

СЕКЦИЯ 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ ОСВІТИ, НАУКИ І ВИРОБНИЦТВА

УДК: 621.31

В.В. Кузнецов к.т.н., доц., А.В. Николенко к.т.н., доц., Н.М. Трипутень к.т.н., доц.

АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ МЕТОДИКЕ ВЫБОРА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕКАЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Основными путями снижения отрицательного влияния некачественной электроэнергии на работу электродвигателя в производственных условиях, а, значит, и на эффективность производства в целом являются: применение «индивидуальных» LC-фильтров для защиты особо ответственных электроприводов; применение «групповых» устройств компенсации влияния некачественного питающего напряжения на уровне цеха; подавление искажений питающего напряжения в местах их возникновения. Допускается также отказ от принятия каких-либо мер, не считаясь с существенным уменьшением ресурса двигателя. Каждый из указанных вариантов характеризуется некоторой стоимостью внедрения и ожидаемым экономическим эффектом.

Известная методика выбора средств защиты асинхронного электродвигателя (АД), работающего в условиях некачественной электроэнергии основана на его энергоэкономической модели [1]. Данная методика реализует вычислительный алгоритм с использованием стохастических моделей линейных напряжений в системе электроснабжения цеха, нелинейных электромагнитной и тепловой модели АД, экономических моделей. Однако сложность практической реализации вычислительных процедур в каждом конкретном случае является фактором, сдерживающим её внедрение в производство.

Вместе с тем, принятие решения об экономической целесообразности выбора того или иного технического варианта защиты (или отказ от него) зависит от значений нескольких величин: коэффициента искажения синусоидальности K_u , коэффициента отдельных гармонических составляющих $K_{u(n)}$, коэффициента обратной последовательности K_{2u} , коэффициента нулевой последовательности K_{20} , эквивалентной продолжительности работы АД с перегревом α' , стоимостей технических средств защиты C_i ($i = \overline{1, n}$, где n - количество различных типов устройств защиты). Причём каждая из них может иметь некоторые отклонения, обусловленные либо точностью измерения (для технических величин), либо экономической ситуацией (для стоимостей) и изменяться в некотором диапазоне. Это позволяет представить энергоэкономическую модель АД в виде суммы предикатов (дискретном виде) [2]:

$$z_{mi}[\vec{X}, \vec{C}] = \bigvee_{p=1}^q \bigvee_l^{A_p} z_{p,i}[\vec{X}, \vec{C}]$$

где

$$z_{p,i}[\vec{X}, \vec{C}] = 2^{-n} \prod_{j=1}^n \{1 + \text{sgn}[(X_j - X_{jmin}^{pi})(X_{jmax}^{pi} - X_j)]\} + 2^{-m} \prod_{j=1}^m \{1 + \text{sgn}[(C_j - C_{jmin}^{pi})(C_{jmax}^{pi} - C_j)]\}$$

здесь: q - количество классов (диапазонов) суммарного ущерба от внедрения средства защиты или их комбинаций; A_p - количество предикатов, определяющих p - диапазон; n и m - количество технических и стоимостных величин соответственно; X_{jmin}^{pi} , X_{jmax}^{pi} , C_{jmin}^{pi} , C_{jmax}^{pi} - константы модели.

Формирование классов осуществляется в ходе обучения модели по критерию минимума экономических потерь от использования технических средств защиты АД (или их отсутствия):

$$\mathcal{E}_{\text{пот}} \rightarrow \min$$

Обучение модели выполняется на основе вычислительного эксперимента, в ходе которого случайным образом изменялись технические величины в заданных пределах. Для сформированных значений технических величин по энергоэкономической модели рассчитаны экономические потери от применения защитных устройств. После этого сформированная экономическая ситуация включается в p -класс, номер которого определяется по формуле:

$$p = \text{entier}|\Delta\mathcal{E}_{\text{пот}} \times \Delta\mathcal{E}_{\text{пот}}^{-1}| + 1$$

где $\Delta\mathcal{E}_{\text{пот}}$ - допустимое отклонение экономических потерь от рассчитанного значения.

Возникающее в ходе обучения предикатной модели "проклятие размерностей", обусловленной большим количеством технических величин и точностью их вычисления, можно преодолеть использованием алгоритмов ускоренного обучения и минимизации описания образов [3]. Данные алгоритмы позволяют включать в предикатную модель необученные области факторного пространства, если выполняются простые условия для двух предикатов некоторого класса:

$$\begin{cases} X_{r\text{min}}^1 \leq X_{r\text{min}}^2 \\ X_{r\text{max}}^1 \geq X_{r\text{max}}^2 \end{cases} \text{ при } r = \overline{1, n}; r \neq 1$$

где $X_{r\text{min}}^1, X_{r\text{max}}^1, X_{r\text{min}}^2, X_{r\text{max}}^2$ - параметры проекций объединяемых областей; $r = 1$ - номер признаковой оси факторного пространства, в направлении которой происходит объединение подобластей.

Поиск наилучшего технического варианта защиты АД по предикатной модели осуществляется на основе алгоритма распознающей статической оптимизации следующим образом. Для текущих значений технических величин рассчитывается $z_{rn}[\vec{X}, \vec{C}]$, начиная с первого класса экономических $p = 1$, что соответствует минимальному значению ущерба. Если $z_{11}[\vec{X}, \vec{C}] = 0$, для всех $l = \overline{1, \lambda_1}$, то анализируется второй класс экономических ситуаций и т.д. Данная процедура выполняется до тех пор, пока для некоторого $p = r$ и $l = z_{rl}[\vec{X}, \vec{C}] = 1$. Тогда по значению констант выбранной предикаты определяются финансовые затраты и, соответственно, выбранный технический вариант защиты.

Следует также отметить, что для предикатной модели разработан алгоритм адаптации [4], позволяющий осуществлять её уточнение вследствие расширения парка технических средств и изменения их стоимостей.

Предложенный подход к определению наилучшего варианта защиты реализован применительно к эксплуатации асинхронного двигателя мощностью 7, 5 кВт. В результате вычислительных экспериментов получено множество оптимальных решений для различных условий его работы. Полученные решения могут храниться как на электронных элементах памяти, так и могут быть представлены в виде таблиц. Для практического использования полученных результатов достаточно оценить качество электроэнергии на конкретном предприятии и техническое состояние двигателя, после чего выбрать по таблице соответствующий способ защиты АД.

Список литературы

1. Качан Ю.Г., Николенко А.В., Кузнецов В.В. О методике выбора экономически целесообразных средств защиты асинхронных двигателей, работающих в условиях некачественной электроэнергии / Качан Ю.Г., Николенко А.В., Кузнецов В.В. — Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково – виробничий журнал. — Кременчук: КДПУ, 2011. — Випуск 4/2011(16).- С.53-57.
2. Трипутень Н.М., Качан К.Г. Разработка управляющего блока для АСУ ТП крупнокускового дробления // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1990. - N 3. - с. 64 - 66.
3. Качан Ю.Г., Трипутень Н.М. Минимизация описания образов в задачах распознавания производственных ситуаций // Изв. вузов. гор. журн. - 1986. - N 7. - с. 119 - 122.
4. Качан Ю.Г. Адаптация образа в алгоритме распознавания производственных ситуаций // Механизация и автоматизация управления. - 1984. - N 1. - с. 15 – 17.