

Численное решение (9)-(15) дает значение температуры вдоль поверхности электродов и мембраны для прямого движения и противотока. Определяет выбор материала мембраны и длины электродов, дает информацию, способствующую исключению перегрева среды.

Литература

1. Жакин А. И. Электродинамика. УФН. 2012. Т. 182. С. 495–520.
2. Заяц Е.М. Основы электротермохимических методов обработки влажных кормов. Мн.: Ураджай, 1997. – 216 с.
3. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. М.: Энергоатомиздат, 1990. – 366 с.
4. Кэйс В.М. Конвективный тепло- и массообмен. М.: Энергия, 1972. – 448 с.
5. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1983. – 616 с.
6. Бронштейн И.И., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1967. – 608 стр.

УДК 621.313.33

**О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЙ КОМПЛЕКСНЫХ
ЗАЩИТ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Иванов Д.М., Равинский Н.А.
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

На производственных и сельскохозяйственных предприятиях наибольшее применение находят асинхронные трехфазные электродвигатели. Надёжность их работы влияет на весь технологический процесс. Даже если электроприводы спроектированы и эксплуатируются со всеми технологическими нормами и требованиями, при их работе всегда остаётся вероятность возникновения аварийных режимов или режимов, которые характеризуются ненормальной работой.

По данным, приведенным в [1], среди причин отказов электродвигателей, наибольшее их количество приходится на заклинивание ротора (29,7 %), неполнофазный режим (15,9 %), перегрузку (9,9 %), и т. д. Примерно такие же данные приведены в [2]. На животноводческих комплексах среди причин отказов электродвигателей на первое место выходят воздействия агрессивных сред (18,75 %) и низкая чувствительность защиты (18,75 %), далее следуют вибрация (15,63 %), износ подшипника (11,73 %), перегрузки (7,81 %), заклинивания рабочей машины (3,13 %), загрязнения, воздействия пыли и работа при повышенной температуре (6,25 %) и т. д. [3].

Как известно, невозможно обеспечить полную защиту электродвигателя от всех аварийных режимов и состояний путем контроля всего лишь одного параметра [4]. При этом, контроль наибольшего числа аварийных режимов могут обеспечивать такие показатели, как ток и температура [3], поэтому в основе комплексных защит электродвигателей, защищающих от нескольких аварийных состояний, лежит контроль именно этих параметров.

Наиболее простыми являются электронные комплексные защиты, которые имеют проходные датчики тока, например, устройства СиЭЗ-4А, СиЭЗ-8-25, СиЭЗ-20-80 производства НПП «БИНАР». Они позволяют защищать асинхронные двигатели по следующим параметрам аварийных режимов [5]:

- обрыв фазы;
- увеличение тока двигателя сверх номинального рабочего значения из-за электрических или технологических перегрузок;
- заторможение (заклинивание) ротора двигателя;
- короткое замыкание.

Однако, вышеприведенные устройства защиты имеют основных 3 недостатка:

- позволяют включать электродвигатель на заведомо неполнофазную сеть;

- позволяют включать электродвигатель без проверки сопротивления изоляции обмотки перед пуском;
- имеют неточную настройку номинального тока.

Всех этих недостатков лишены более надёжные, точные и чувствительные устройства токовой защиты на основе микропроцессора, наличие которого делает устройства защиты электродвигателя ещё более многофункциональным и обеспечивает сохранение в памяти параметров аварийного отключения, индикацию токов по трем или одной фазам по выбору, цифровую установку номинального (рабочего) тока защиты, индикацию вида аварии, индикацию токов аварийных режимов при срабатывании защиты, установку времятоковой характеристики защиты в зависимости от режимов работы электродвигателя и его технических характеристик, установку времени задержки контроля времятоковой характеристики защиты на время пуска электродвигателя в зависимости от режимов работы электродвигателя и его технических характеристик, цифровую установку тока защиты по минимальному току, возможность включения и отключения необходимых параметров защит, управление по релейному выходу пускателем электродвигателя, подключение внешней индикации по релейному выходу аварийной сигнализации, режим автоматической разблокировки устройства (снятие режима «Авария») по истечении заданного времени. К данному типу защит относятся устройства СиЭЗ-6, СиЭЗ-4И-1-25, СиЭЗ-1МИ-20-230, СиЭЗ-2М, СиЭЗ-ФИ-1-25 (НПП «БИНАР») [5].

Комплексные микропроцессорные устройства защиты асинхронных двигателей позволяют осуществлять защиту по следующим параметрам аварийных режимов:

- контроль наличия и чередования фаз электросети;
- обрыв фазы;
- перегрузки по току (заклинивание ротора, увеличение тока электродвигателя сверх номинального (рабочего) значения из-за электрических или технологических перегрузок);
- предпусковой контроль сопротивления изоляции;
- короткое замыкание;
- защита по минимальному току («Сухой ход», изменение нагрузки ниже минимальной);
- перегрев электродвигателя.

Как видно из вышесказанного, наибольшее предпочтение следует отдавать именно микропроцессорным устройствам, у которых предусмотрена возможность программирования параметров защиты. Данные устройства обеспечивают более широкие функциональные возможности по реализации комплексной защиты электродвигателя.

Литература

1. Курбатова Г.С. Электродвигатели для сельского хозяйства/ Г.С. Курбатова. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 64с.
2. Основные направления повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве / Тр. Всес. ин-та заоч. образования. - Москва, 1977. - № 135. - С. 3-10.
3. Гурин, В.В. Автоматическая защита электрооборудования. В 2 ч. Ч.2: Защита асинхронных трехфазных электродвигателей : учебно-методическое пособие/ В.В. Гурин. – Минск: БГАТУ, 2011. – 452 с.
4. Данилов, В.Н. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей, используемых в сельскохозяйственном производстве, электронными средствами защиты : автореферат дисс. ... докт. техн. наук : 05.20.02/ В.Н. Данилов. – Челябинск, 1991. – 36 с.
5. Научно-производственное предприятие «Бинар». Система электронной бесконтактной защиты электродвигателя [Электронный ресурс] : / "Google": Формат файла: Microsoft Word. - Режим доступа : www.binar-bv.com/produce/1.html. - Дата доступа : 25.09.2019.