

АЛГОРИТМЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Эффективность ведения работ в промышленности в большой степени определяется характеристиками и эффективностью электромеханического оборудования. Повышение его энергетических показателей позволит получить значительную экономию электроэнергии. В первом техническом вузе России – СПбГИ, вопросы внедрения электромеханических технологий в горное производство и их совершенствование всегда были приоритетными. В данной статье освещаются исследования кафедры электротехники и электромеханики, направленные на повышение эффективности и энергетических показателей электромеханического оборудования.

Выделим следующие направления:

1. Принципы организации, алгоритмы и структуры систем автоматизации электромеханического оборудования, обеспечивающие высокий уровень автоматизации и эффективное ведение горных работ.

2. Разработка и создание высокоэффективного электромеханического оборудования на основе бесконтактного электропривода с использованием высокочастотных и энергосберегающих принципов управления.

3. Использование новых типов силовых полупроводниковых коммутаторов (активных выпрямителей) для обеспечения электромагнитной совместимости и повышения коэффициента мощности.

Особенностями современных систем автоматизации и управления являются:

- многоцелевая (с учетом различных функций) задача управления;
- многорежимная (с обеспечением различных режимов при выполнении каждой функции) задача управления;
- иерархическая структура построения САУ электромеханическими комплексами с реализацией функций исполнительного устройства технологии производства в целом;
- необходимость взаимосвязанного управления несколькими электромеханическими комплексами через САУ высшей ступени иерархии с целью оптимизации энергетических характеристик технологического процесса.

Отсюда следует, что современные САУ электроприводом характеризуются:

- функциональным изменением структуры с целью выполнения различных по назначению функций одновременно, или с разнесением по времени;
- режимным изменением структуры в рамках выполнения одной функции.

Таким образом, задача автоматизации и управления электромеханическими комплексами при микропроцессорной реализации должна рассматриваться в классе задач управления с переменной структурой (мультиструктурных систем), для которых планирующая программа по условиям управления и состояния объекта задает требуемую функцию или режим, а локальная управляющая программа обеспечивает оптимизацию выбранного режима работы оборудования.

По функциональному признаку для САУ электромеханическим оборудованием выделяются три подсистемы: подсистема управления и блокировок; подсистема регулирования координат режима; подсистема контроля, сигнализации, защиты и диагностики. В последнее время создаются подсистемы оценки остаточного ресурса оборудования.

Система автоматического управления электроприводом разделяется на подсистему автоматизации управления, осуществляющую операции контроля состояния коммутационных аппаратов и вспомогательных устройств и механизмов, формирование и выдачу сигналов задания, контроль состояния отдельных механизмов и приводов, и подсистему управления технологическим процессом, формирующую локальные алгоритмы управления соответствующими координатами электропривода.

Основные требования, которым должен удовлетворять высокоавтоматизированный объект управления, следующие:

- минимальное количество подготовительных операций для введения оборудования в действие;
- поток информации не должен превышать информационного барьера при дистанционном управлении оператором;
- автоматизация операций обслуживания;
- высокая надежность и восстанавливаемость системы автоматизации.

Наиболее приемлемое решение состоит в разработке логической дискретной системы программного управления (ДСПУ), объединяющей все дистанционные приводы коммутационных аппаратов включения оборудования, воспринимающей информацию, необходимую для осуществления блокировок, контроля правильности процедуры включения и защиты, и разрешения на прохождение командных сигналов задания параметров технологического процесса.

Поставленная цель достигается тем, что в систему управления, содержащую дистанционные приводы коммутационных аппаратов, введены логические и программные устройства и единый орган (или канал) управления дистанционными приводами [1].

Задача автоматизации управления включает задачу логического управления и задачи управления технологическими и рабочими параметрами вспомогательных систем. Эта задача имеет относительно большую «размерность входа и выхода». Разработка системы логического управления (СЛУ) представляется как процесс логического проектирования. Используем формальную модель СЛУ на языке секвенций в его логико-арифметической интерпретации.

Анализ исполнительных органов систем автоматизации управления электрооборудованием показывает, что они требуют двух отдельных каналов управления: канала включения (S - канала) и канала выключения (R - канала).

В микропроцессорной системе автоматизации управления программная реализация логического управления осуществляется следующим образом.

Непротиворечивое секвенционное описание СЛУ приводится к функциональной форме вида

$$\left. \begin{array}{l} F_i | \\ G_i | \end{array} \right\} \begin{array}{l} Z_i; \\ Z_i; \end{array} \quad i = 1, \dots, m$$

где Z_i - структурный управляющий выход i -го исполнительного органа; m – размерность вектора выхода.

Вычисление значения управляющего выхода Z_i производится в соответствии с алгоритмом, согласно которому, для вычисления управления Z_i достаточно знать его предыдущее значение и вычислить значение одного из условий F_i или G_i .

Использование микропроцессорных аппаратных средств, кроме того, позволяет решать задачи диагностирования и самодиагностирования, а также задачи оценки остаточного ресурса, преимущественно с использованием методов «ваттметраграфии» [2]. С использованием рассмотренных принципов и алгоритмов могут разрабатываться системы автоматизации управления электромеханическими устройствами и технологическими процессами любого назначения.

Описанный подход апробирован при создании систем автоматизации управления электромеханическими комплексами движения и позиционирования технических средств освоения континентального шельфа.

Для повышения эффективности и энергетических показателей электромеханического оборудования генеральным направлением является широкое использование регулируемых бесконтактных электроприводов. При этом в качестве исполнительных двигателей широко используются как асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, так и бесконтактные вентильные двигатели с электромагнитным возбуждением или возбуждением от высококоэрцитивных постоянных магнитов, а также вентильно-индукторные двигатели.

Микропроцессорная реализация системы управления позволяет ставить задачу оптимального управления электроприводом во всех режимах за счет использования принципа управления с переменной структурой и программной реализацией оптимального регулятора каждого режима управляющей ЭВМ. Основные принципы реализации и преимущества такого управления для электроприводов описаны в [3]. При таком подходе принцип векторного управления и блоки, программно и аппаратно его реализующие, обеспечивают оптимальные электромагнитные и динамические характеристики двигателей, питающихся от полупроводниковых преобразователей, а управление электромеханическим комплексом электродвигатель – рабочий механизм осуществляется САУ с переменной структурой, обеспечивающей для каждого режима (пуск, торможение, режимы стабилизации скорости, ограничение мощности и др.) оптимальное управление по заданному критерию (максимальное быстродействие, минимальное среднеквадратичное отклонение в режимах стабилизации скорости или положения и др.).

Задача разработки цифровой САУ с переменной структурой сводится к составлению планирующей программы и прикладных программ. Подробно методика синтеза локальных алгоритмов управления изложена в [3].

Принцип и алгоритмы векторного управления позволяют получить высокую эффективность работы механизма с электроприводом, так как обеспечивают максимальный допустимый момент (а значит, максимальное быстродействие) во всех режимах. Кроме того, обеспечиваются рациональные энергетические характеристики электропривода в установившихся режимах.

В последнее время в качестве локального алгоритма в контуре тока (момента) рекомендуется использование алгоритма прямого управления моментом (DTC) [4].

Рассмотренные алгоритмы эффективного управления являются перспективными для повышения эффективности электроприводов переменного тока экскаваторов и большегрузных автосамосвалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1636922А1. Устройство контроля исправности блоков релейной защиты электрооборудования / Я.И. Вишневицкий, А.Е. Козярук // Б.и. – 1991. - №11.
2. Козярук А.Е., Кривенко А.В. Диагностика электропривода, эксплуатируемого в тяжелых условиях // Проблемы автоматизированного электропривода, «Электроинформ» - Львов 2009г. – с.390-392.
3. Цифровое управление многорежимным электроприводом // В.Н. Дроздов, А.Е. Козярук, Ю.А. Сабинин и др. // Электричество 1985.-№6. – с.13-18.
4. Алгоритм «прямого управления моментом» в электроприводе / А.Е. Козярук // Проблемы автоматизированного электропривода, «Электроинформ» - Львов, 2009г. – с.48-50.