

Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.

А. П. КОРНЕЕВ

Белорусско-Российский университет (Могилев, Беларусь)

МЕТОД КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. В статье рассматривается метод контроля электромагнитного поля машин постоянного тока, который становится все более актуальным в условиях растущих требований к надежности и эффективности работы таких машин. Актуальность темы обусловлена необходимостью автоматизации процессов и внедрения современных технологий диагностики для снижения риска аварий и увеличения срока службы оборудования. Описываются основные принципы работы машин постоянного тока, влияние тока на электромагнитное поле и необходимость мониторинга ключевых параметров, таких как ток, напряжение и температура обмоток. Также представлена структура системы дистанционного контроля электромагнитного поля, включающая датчики, контроллеры, модули передачи данных и блоки визуализации. Разработка такой системы позволит повысить надежность и безопасность эксплуатации электрических машин в различных условиях.

Ключевые слова: электромагнитное поле, машина постоянного тока, дистанционный контроль.

В современном обществе электрические машины постоянного тока (МПТ) играют ключевую роль в различных секторах промышленности и в быту. С ростом требований к надежности и эффективности работы этих устройств, потребность в системах контроля и мониторинга становится все более актуальной. Дистанционный контроль электромагнитного поля (ЭМП), создаваемого такими машинами, не только улучшает их эксплуатационные характеристики, но и способствует обеспечению безопасности работы оборудования.

Актуальность данной темы обусловлена возрастающими требованиями к автоматизации процессов и внедрению современных методов диагностики. Согласно исследованиям [1], эффективный контроль ЭМП может значительно снизить вероятность аварий и продлить срок службы оборудования. Таким образом, разработка системы дистанционного контроля ЭМП представляет собой важную задачу для обеспечения надежной работы МПТ.

МПТ представляют собой устройства, которые преобразуют электрическую энергию в механическую и, наоборот, механическую энергию в электрическую. Основным принципом работы этих машин является взаимодействие ЭМП с электрическим током, что приводит к созданию вращающего момента.

Когда электрический ток проходит через обмотки якоря, он создает собственное ЭМП. Это поле взаимодействует с полем возбуждения, что вызывает появление силы, действующей на якорь. Интенсивность этой силы и,

соответственно, вращающий момент зависят от величины тока, проходящего через обмотки, а также от характеристик магнитного поля возбуждения. Чем больше ток, тем сильнее магнитное поле якоря, что увеличивает силу взаимодействия с полем возбуждения [2].

Влияние тока на ЭМП является важным аспектом функционирования МПТ. Увеличение тока ведет к усилению ЭМП, что, в свою очередь, способствует увеличению вращающего момента. Однако избыточный ток может привести к перегреву обмоток и другим нежелательным последствиям. Например, перегрев может повредить изоляцию проводников, что увеличивает риск короткого замыкания и других аварийных ситуаций. Также повышенный ток может негативно сказаться на эффективности работы машины, снижая ее КПД и увеличивая износ компонентов [2].

Для успешного контроля работы МПТ необходимо учитывать параметры, связанные с ЭМП. Это включает мониторинг величины тока, напряжения и температуры обмоток. Разработка системы дистанционного контроля ЭМП позволит быстро реагировать на изменения в работе машины и предотвращать потенциальные неисправности. Такие системы могут использовать различные датчики и устройства для сбора данных в реальном времени, что обеспечивает высокую степень надежности и безопасности работы оборудования.

Таким образом, понимание основных принципов работы МПТ и влияния тока на электромагнитное поле необходимо для создания эффективной системы мониторинга. Это позволит не только повысить надежность работы оборудования, но и обеспечить его безопасную эксплуатацию в различных условиях [3].

Создание системы дистанционного контроля ЭМП МПТ требует разработки структурной схемы. Функциональная схема описывает основные функции и процессы, которые выполняет система дистанционного контроля. Ключевые элементы функциональной схемы включают:

- Датчик тока: измеряет ток в обмотках якоря, что позволяет оценить нагрузку на МПТ.
- Контроллер (микроконтроллер или ПЛК): обрабатывает данные от датчика, выполняет вычисления и анализирует состояние МПТ.
- Модуль передачи данных: обеспечивает передачу информации на удаленный сервер или в систему управления, используя беспроводные технологии (например, Wi-Fi, Zigbee, LoRa) или проводные соединения (например, Ethernet).
- Блок визуализации и мониторинга: отображает информацию о состоянии ЭМП. Может быть реализован как веб-приложение, мобильное приложение или десктопное программное обеспечение.

Структурная схема (Рис. 1) показывает взаимосвязь между компонентами системы и их организацию. Описание структуры: датчик тока собирает данные о состоянии машины постоянного тока, контроллер обрабатывает данные и формирует результаты для передачи, модуль передачи передает данные на блок

визуализации и мониторинга, блок визуализации и мониторинга обеспечивает пользователю доступ к информации о состоянии ЭМП МПТ.

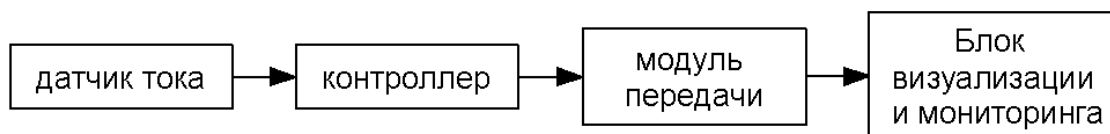


Рис. 1. Структурная схема дистанционного контроля ЭМП МПТ при использовании датчика тока

Система дистанционного контроля ЭМП МПТ включает в себя различные компоненты, которые работают совместно для обеспечения надежного мониторинга и анализа состояния машины. Функциональная схема описывает основные процессы и функции системы, в то время как структурная схема иллюстрирует взаимосвязь между компонентами и их организацию [4].

Создана экспериментальная установка упрощенного метода контроля ЭМП МПТ. Для нее реализации составлена структурная схема (Рис. 2).

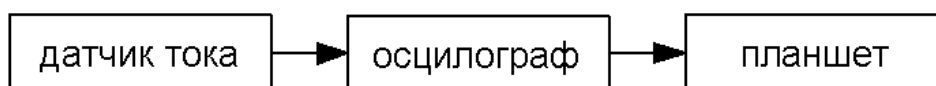


Рис. 2. Структурная схема упрощенного метода контроля ЭМП МПТ

Применяется машина постоянного тока (Рис. 3) на постоянных магнитах 7DC400W с номинальными параметрами:

- номинальная мощность 400 Вт;
- напряжение питания 24 В;
- номинальная частота вращения 1800 об/мин;
- номинальный крутящий момент 2,1 Н•м.



Рис. 3. Машина постоянного тока

Напряжение машины постоянного тока обеспечивается от регулируемого источника постоянного напряжения марки ВС-24м (рис. 4), выдающего напряжение в диапазоне от 0 до 30 В. Ввиду того, что напряжение известно, то датчик напряжения не использовался.



Рис. 4. Источник постоянного напряжения

В установке применяется датчик тока ACS758LCB-050B-PFF-T (АМС) (рис. 5)



Рис. 5. Датчик тока ACS758LCB-050B-PFF-T

Для получения графика тока использован осциллограф планшетный Micsig ATO1104 (Рис. 6, 7).



Рис. 6. Осциллограф Micsig ATO1104

Для машины постоянного тока связь между током в якоре и напряженностью магнитного поля можно описать с помощью уравнения, основанного на законе Ома и уравнении для электромагнитной индукции.

График напряженности магнитного поля машины постоянного тока можно построить по графикам тока и скорости.

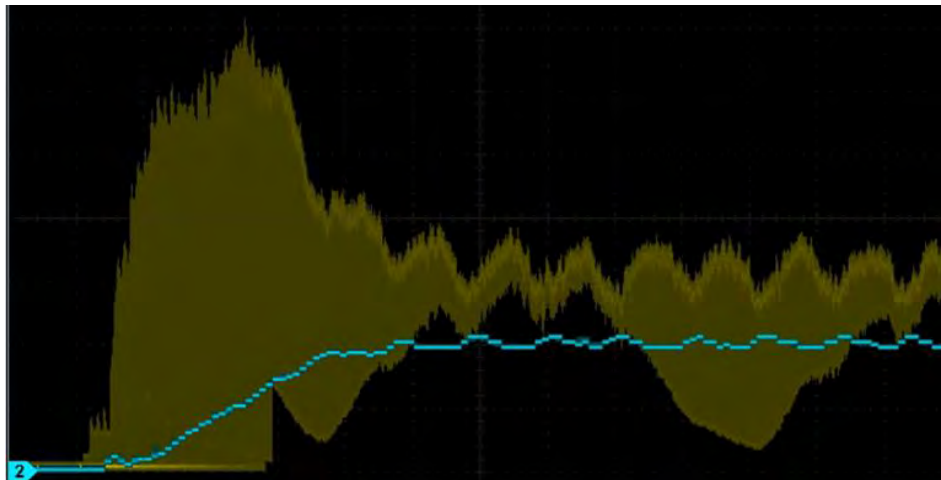


Рис. 7. Осциллограмма тока и скорости машины постоянного тока при пуске

Выводы

Создана экспериментальная установка для упрощенного контроля электромагнитного поля машины постоянного тока. Для нее составлена структурная схема, описан состав установки и получены графики тока и скорости.

Список литературы

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник. — 10-е изд., стереотипное, М.: Гардарики, 2003. — 317с: ил. (в пер.)
2. Костенко, М.П. Электрические машины. В 2-х ч. Ч. 1 — Машины постоянного тока. Учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений. Изд. 4-е, перераб. Л., «Энергия», 2016. - 544 с. с ил
3. Миловзоров В. П. Электромагнитные устройства автоматики. М.: Высш, школа, 2013. — 408 с., ил.
4. Федоров К. С. Современные методы диагностики и контроля состояния машин. — СПб.: Корона принт, 2022. — 457 с.

Контакты:

emos@rambler.ru (Леневский Геннадий Сергеевич)

ankorn79@mail.ru (Корнеев Андрей Петрович)