

Арсентьев Олег Васильевич,

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: arsentyevov@mail.ru

Малинин Николай Константинович,

ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
обучающийся группы ЭЭ-22-1, e-mail: nikolaymalinin@gmail.com

Терехова Анна Андреевна, Хухрянская Александра Сергеевна,

ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
обучающиеся группы ЭЭ-22-1, e-mail: annaandreevnaterehova@mail.ru

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ КУЛАЧКОВОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Arsentiev O.V., Malinin N.K., Terekhova A.A., Khukhryanskaya A.S.,
Marchenko D.A.**

DEVELOPMENT OF A FOR CHARACTERISTICS STUDY CAM CONTROL SCHEME CONTROLLER INDUCTION MOTOR

Аннотация. Рассмотрены основные способы испытания электрических машин. Проведен анализ существующего нагрузочного оборудования. Предложено использовать командоконтроллер для переключения ступеней нагрузочного реостата по заданной программе. Разработана таблица включений контактов применительно к генератору постоянного тока.

Ключевые слова: электрические машины, испытания, нагрузка, генератор постоянного тока, командоконтроллер, контакты.

Abstract. The main methods of testing electrical machines are considered. An analysis of existing loading equipment was carried out. It is proposed to use a command controller to switch the stages of the load rheostat according to a given program. A table of contact inclusions has been developed in relation to a DC generator.

Keywords: electrical machines, testing, load, DC generator, command controller, contacts.

Электрические машины являются основным оборудованием для выработки механической мощности, потребляемой различными производственными механизмами. Правильная оценка возможностей механической генерации позволяет адресно и эффективно применять электрические машины при реализации регулируемых электромеханических систем. При этом основными способами получения рабочих, механически и регулировочных характеристик являются расчетный (алгоритм расчета и математическое моделирование) и экспериментальный, с использованием специального оборудования. Последний способ, экспериментальный, в ряде случаев является предпочтительным, т.к. позволяет получать характеристики для конкретного типа электрических машин, реализованных технически – в виде экспериментальных образцов и вариантов серийного исполнения [1].

Существует несколько способов реализации стендового оборудования для испытания электрических двигателей (ЭД). Основным различием здесь является техническая реализация регулируемого нагрузочного момента, прикладываемого к валу испытуемого двигателя. Изменение этого момента позволяет ис-

следовать характеристик испытываемого двигателя в заданном диапазоне нагрузок. Техническая реализация нагрузочного оборудования проводится, в основном двумя способами – электромеханическим и тензометрическим. В зависимости от целей испытаний и финансовых возможностей выбирается тот или иной способ:

- при ограниченных функциональных возможностях, в частности по мощности и частоте вращения, организации испытаний конкретного типа ЭД используется достаточно простой и экономичный электромеханический способ реализации нагрузочного момента;

- при организации универсального испытательного оборудования, позволяющего исследовать характеристики различных типов ЭД, отличающихся по мощности и частоте вращения, используется сложный, достаточно дорогой тензометрический способ, основанный на применении специальных нагрузочных (механической или гидравлической реализации) машин и специализированного программного обеспечения.

Задачей предлагаемых исследований является техническая организация испытательного стенда для снятия характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. В качестве нагрузки используется генератор постоянного тока с независимым возбуждением. Постоянство магнитного потока является основным условием для получения линейных зависимостей тока в обмотке якоря и момента. Простейшие вычисления потребляемой генератором механической мощности, прямо пропорциональной электрической мощности, отдаваемой нагрузке при известном (паспортном) значении КПД генератора, и контролируемого значению частоты вращения позволяют определить вращающий момент испытываемого ЭД. Это позволяет экспериментально получить все необходимые характеристики ЭД, определить границы энергоэффективного применения электромеханического преобразователя.

В качестве испытываемого использован ЭД с короткозамкнутым ротором АИР80В4, имеющий следующие номинальные характеристики:

- мощность – 1,5 кВт;
- напряжение 220/380 В;
- частота вращения – 1400 об/мин;
- ток статора – 3,72 А;
- КПД – 78,5 %;
- коэффициент мощности – 0,78 о.е.;
- кратность пускового тока – 5,3 о.е.;
- кратность пускового момента – 2,2 о.е.

Для создания нагрузочного момента использован генератор постоянного тока П-32У4, имеющего следующие номинальные характеристики:

- мощность – 1,5 кВт;
- напряжение 115 В;

- частота вращения – 1450 об/мин;
- ток якоря – 13 А;
- КПД – 78,5 %.

Для ступенчатого изменения нагрузочного сопротивления генератора требуется применить силовой переключатель, способный выполнять коммутацию блоков активных сопротивлений по заданному алгоритму. В качестве такого переключателя принято было использовать кулачковый контроллер [2].

Командоконтроллер (кулачковый контроллер тока) ККТ-61 А предназначен для пуска, реверсирования и регулирования скорости вращения электродвигателей, путем перестроения схем электрических цепей или включенных в них электродвигателей (рис.1).

Контроллеры ККТ изготавливаются в высокопрочных защитных корпусах с крышкой из высококачественного алюминиевого сплава, ротор контроллера установлен на подшипниках, контакты медные.

Маркировка и расшифровка ККТ ГОСТО-61 А У2:

- ККТ - кулачковый контроллер тока,
- ГОСТО - торговая марка,
- 6 - длительный ток кулачкового элемента 63А,
- 1 - тип исполнения по схеме,
- А - модернизированный,
- У - климатическое исполнение,
- 2 - категория размещения.



Рисунок 1 - Внешний вид контроллера ККТ-61
В таблице 1 приведены технические характеристики контроллера.

Таблица 1

Технические характеристики ККТ-61

| Наименование параметра | Значение |
|---|------------------|
| Номинальный ток | 63 А |
| Максимально допустимый ток при ПВ до 40% | 100 А |
| Число положений - вперед - подъем - назад - спуск | 5 5 |
| Максимальная мощность электродвигателя при ПВ 40% - 220В - 380-500В | 22 кВт 30 кВт |
| Климатическое исполнение и категория размещения | У2 |
| Масса | 15 кг |

Для применения КТТ-61 в качестве переключателя нагрузки в цепи якоря генератора постоянного тока следует разработать иную схему переключения контактов, позволяющую ступенчато регулировать нагрузочный момент в рабочем диапазоне испытываемого ЭД. В таблице 2 приведена схема включения контактов применительно к якорной нагрузке.

Таблица 2

Таблица включения контактов ККТ-61 для генератора

| № п/п | Р, о.е. | I, А | R, Ом | Пол. рук. № конт. группы | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---------|------|-------|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,2 | 2,6 | 44,23 | 5 | x | x | x | x | x | x |
| 2 | 0,4 | 5,2 | 22,11 | 4 | | x | x | x | x | x |
| 3 | 0,6 | 6,5 | 17,7 | 10 | | | x | x | x | x |
| 4 | 0,8 | 9,1 | 12,6 | 12 | | | | x | x | x |
| 5 | 0,9 | 11,7 | 9,83 | 11 | | | | | x | x |
| 6 | 1 | 13 | 8,85 | 9 | | | | | | x |

Особенностью применения контроллера в нагрузочных цепях генератора постоянного тока является отсутствие реверсивного режима работы. Мощности ступеней подбирались с учетом вероятных режимов работы ЭД, которые по оптимальным энергетическим характеристикам не должны быть ниже $(0,7 \dots 0,75) R_{ном}$. При этом нагрузка позволяет исследовать режимы работы во всем диапазоне изменения мощностей ЭД.

Разработана электрическая схема переключения нагрузочного сопротивления в цепи якоря (рис. 2).

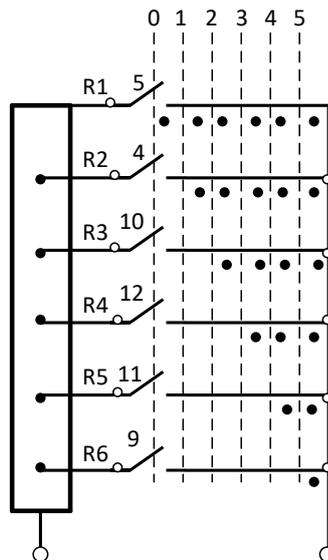


Рисунок 2 - Электрическая схема переключений

В соответствии с таблицей включения (таблица 2) позиции 1 ... 5 определяют положение рукоятки контроллера. Значения 5, 4, 10, 12, 11, 9 соответствуют номерам контактных групп контроллера. Величина сопротивлений $R_1 \dots R_6$ определяется позиционными номерами таблицы включений (№ 1 ... 6). В соответствии с этим, в момент включения нагрузки генератора (поз. 0) на ЭД происходит 20% механической генерации. Сопротивление R_6 (поз. 5) соответствует номинальной нагрузке ЭД. Выходные концы сопротивления включаются в якорную цепь генератора. Для реализации режима холостого хода ЭД (без учета инерционных масс якоря генератора) следует отключить питание независимой обмотки возбуждения.

Предложенная система экспериментальных исследований ЭД позволяет получать характеристики во всем диапазоне нагрузок. Электромеханический способ изменения нагрузочного момента с использованием контроллера КТТ-61 достаточно просто реализуется путем подбора соответствующих сопоставлений. Разработанная таблица и схема переключений позволяют технически реализовать нагрузочный механизм в генераторе постоянного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Котеленец, Н.Ф.** Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: учебник для вузов / Н.Ф. Котеленец, Н.А. Акимова, М.В. Антонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с. - ISBN 5-7695-1281-4. – Текст : непосредственный.
2. **Абрамов, Е.Ю.** Электрические и электронные аппараты : учебно-методическое пособие / Абрамов Е. Ю. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 48 с. - ISBN 978-5-7782-3211-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232112.html> (дата обращения: 20.04.2024).