

## ВЫБОР СХЕМЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ БАРАБАННОГО КОНТРОЛЛЕРА

Наталья Анатольевна Мазуха, кандидат технических наук,  
доцент кафедры электрификации сельского хозяйства

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.1.110

Целью исследования является разработка конструкции и схемы устройства для быстрого перехода от одной схемы электродинамического торможения к другой для создания нужного тормозного момента. Объект исследования – устройство для быстрого переключения схемы электродинамического торможения. В статье приведены варианты схем электродинамического торможения, схема для создания нагрузки при испытании двигателя постоянного тока, конструкция и схема подключения пластин барабанного контроллера. Существует несколько схем соединения обмоток статора асинхронного двигателя, позволяющих получать различные намагничивающие силы статора при электродинамическом торможении одного и того же асинхронного двигателя и одинаковом входном постоянном напряжении. На практике для создания нужного тормозного момента возможен быстрый переход от одной схемы соединения обмоток статора к другой. Были рассмотрены пять вариантов схем соединения обмоток статора; показано, что для выбора нужного варианта схемы из пяти представленных каждый раз нужно переключать выводы обмоток. Обычное ручное переключение обмоток статора замедлило бы процедуру испытаний отремонтированного двигателя. Переход от одного варианта схемы к другому можно ускорить несколькими способами. В статье предлагается способ с использованием барабанного контроллера, который можно легко и быстро устанавливать в одну из пяти позиций (соответственно по числу вариантов схем соединения обмоток статора). Предложенное решение при использовании пяти вариантов схем может найти применение на практике при испытании двигателей переменного и постоянного напряжения, например, после их капитального ремонта или перемотки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электродинамическое торможение, асинхронный двигатель, тормозной момент, варианты схем торможения, барабанный контроллер, медные пластины контроллера.

The objective of this study was to develop a design and scheme of device for rapid switching from one scheme of electrodynamic braking to another to creation necessary braking torque. The object of study was a device for rapid switching of electrodynamic braking scheme. In this article the author presents several options of electrodynamic braking schemes, a scheme for creating load when testing a DC motor, and a design and connection diagram of plates of a drum controller. There are several schemes for connecting stator windings of an induction motor to obtain various magnetizing forces of the stator at electrodynamic braking of one and the same induction engine with the same input DC voltage. This actually allows for rapid switching from one scheme of stator winding connection to another to obtain the desired braking torque. The author has discussed five variants of stator winding connection schemes for electrodynamic braking; defined that when choosing the desired scheme option from the five discussed it is necessary to switch the winding terminals every time. Conventional manual switching of stator windings would slow down the testing procedure for a repaired motor. Switching from one scheme option to another can be accelerated in several ways. The author proposes a method using the drum controller that can be installed quickly and easily in one of five positions (respectively by the number of variants of stator winding connection schemes). The proposed solution with five scheme options can be used in practice in testing AC and DC motors, for example, after their overhaul or rewinding.

**KEY WORDS:** electrodynamic braking, induction motor, braking torque, braking scheme options, drum controller, controller copper plates.

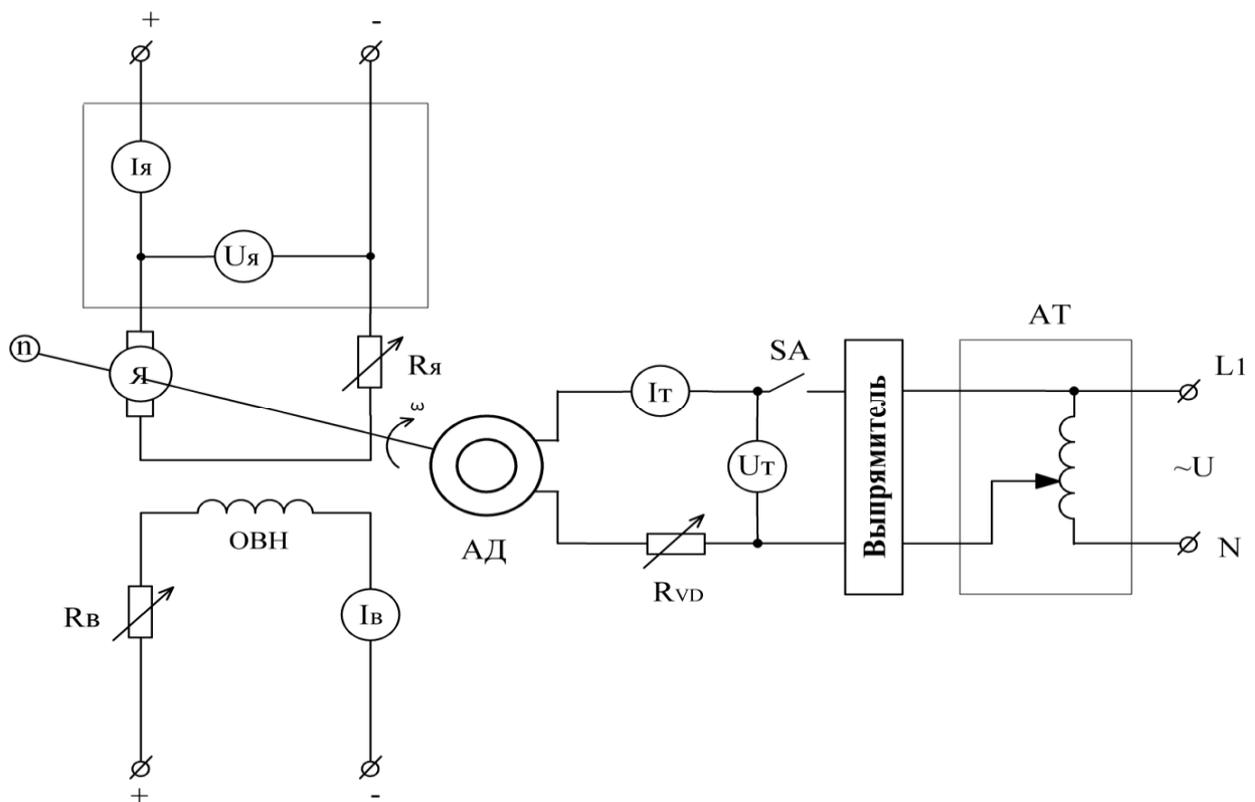
Электродинамическое торможение трехфазных асинхронных электродвигателей может применяться в электроприводах подъемно-транспортных механизмов, для создания нагрузочного момента в стендах обкатки электродвигателей после капитального ремонта, в различных лабораторных исследованиях и в других случаях. Тормозной мо-

мент при электродинамическом торможении асинхронных электродвигателей зависит от нескольких параметров, в том числе от намагничивающей силы статора [4, 5, 7, 10].

Целью исследования является разработка конструкции и схемы устройства для быстрого перехода от одной схемы электродинамического торможения к другой для получения нужного тормозного момента. Объект исследования – устройство для быстрого переключения схемы электродинамического торможения.

В статье использованы рекомендации, опубликованные в различных источниках информации [1, 2, 8, 9].

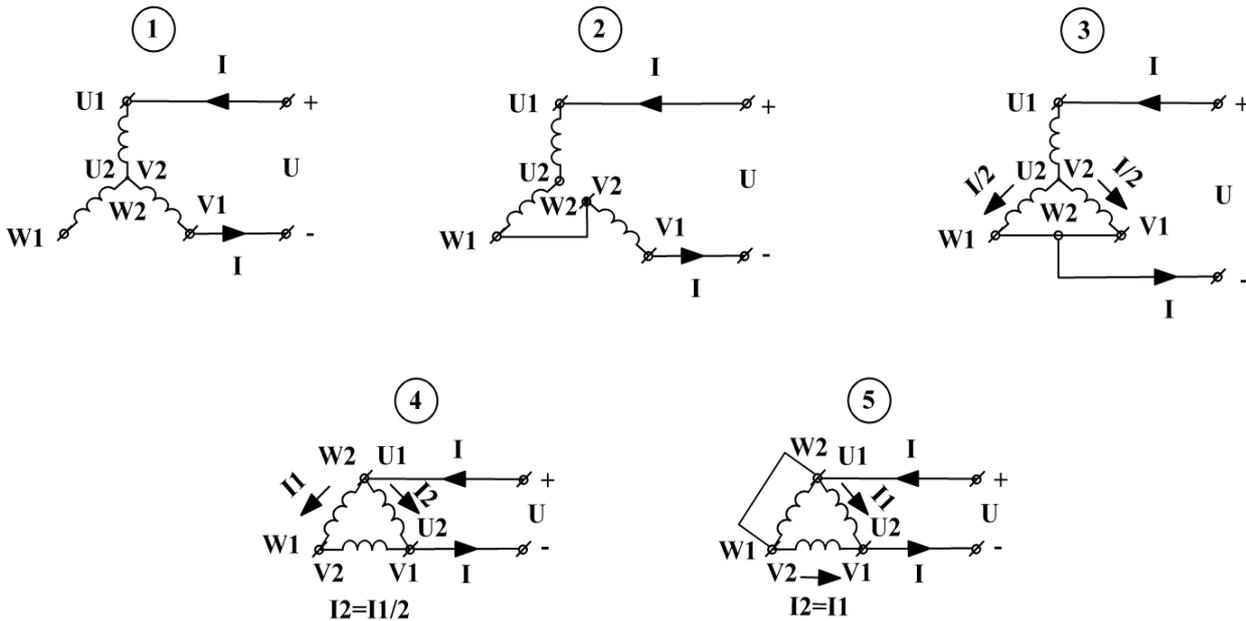
На рисунке 1 представлена схема для испытания двигателя постоянного тока независимого возбуждения, в которой для изменения тормозного момента, созданного электродинамическим торможением асинхронного двигателя, использовались рассмотренные ниже схемы соединения обмоток статора при их питании постоянным напряжением.



**Рис. 1. Схема нагрузки двигателя постоянного тока электродинамическим торможением асинхронного двигателя:**  
**АД** – трехфазный асинхронный двигатель; **АТ** – автотрансформатор;  
**ОВН** – обмотка возбуждения; **Я** – якорь двигателя;  
**Iя, Iт** – амперметры; **п** – тахометр;  
**Rв, Rя, RvD** – реостаты; **SA** – выключатель; **Uя, Uт** – вольтметры

Существует несколько схем соединения обмоток статора асинхронного двигателя для получения электродинамического торможения [4, 5, 7]. Эти схемы позволяют получить различные намагничивающие силы статора при электродинамическом торможении одного и того же асинхронного двигателя и одинаковом входном постоянном напряжении. Это позволяет на практике для достижения нужного тормозного момента быстро переходить от одной схемы соединения обмоток статора к другой.

На рисунке 2 представлены пять вариантов схем соединения обмоток статора для получения электродинамического торможения.



**Рис. 2. Варианты соединения обмоток статора асинхронного электродвигателя для получения режима электродинамического торможения: U1-U2, V1-V2 и W1-W2 – шесть концов выводов трех обмоток статора, где U1, V1, W1 – начала обмоток**

Для получения нужного варианта схемы из пяти представленных каждый раз нужно переключать выводы обмоток. Обычное ручное переключение обмоток статора замедлило бы процедуру испытаний отремонтированного двигателя.

Переход от одного варианта схемы к другому можно ускорить несколькими способами, например за счет использования барабанного контроллера [2, 3, 6, 8].

На рисунке 3 предлагается способ с использованием барабанного контроллера, который можно легко и быстро устанавливать в одну из пяти позиций (соответственно по числу вариантов схем соединения обмоток статора, они обозначены цифрами в кружках).

Рассмотрим подробнее рисунок 3. В верхней части рисунка дано традиционное заводское расположение шести выводов U1-U2, V1-V2 и W1-W2 трех обмоток статора на клеммном щитке трехфазного асинхронного двигателя. Эти шесть выводов клеммного щитка двигателя должны быть подключены гибкими проводами к соответствующим неподвижным клеммам (контактам) барабанного контроллера. Клеммы на барабанном контроллере имеют те же буквенные обозначения, что и на рисунке 2, и показаны незаштрихованными кружками.

Кроме того, в барабанном контроллере дополнительно должны быть смонтированы еще две неподвижные клеммы: (+) и (-) для подведения постоянного напряжения к обмоткам статора через медные пластины (сегменты) барабанного контроллера. К этим восьми неподвижным контактам контроллера должны быть прикреплены пружинящие медные «пальцы», под которые могут подходить медные пластины при повороте барабана, то есть при установке барабана в одну из пяти названных выше позиций.

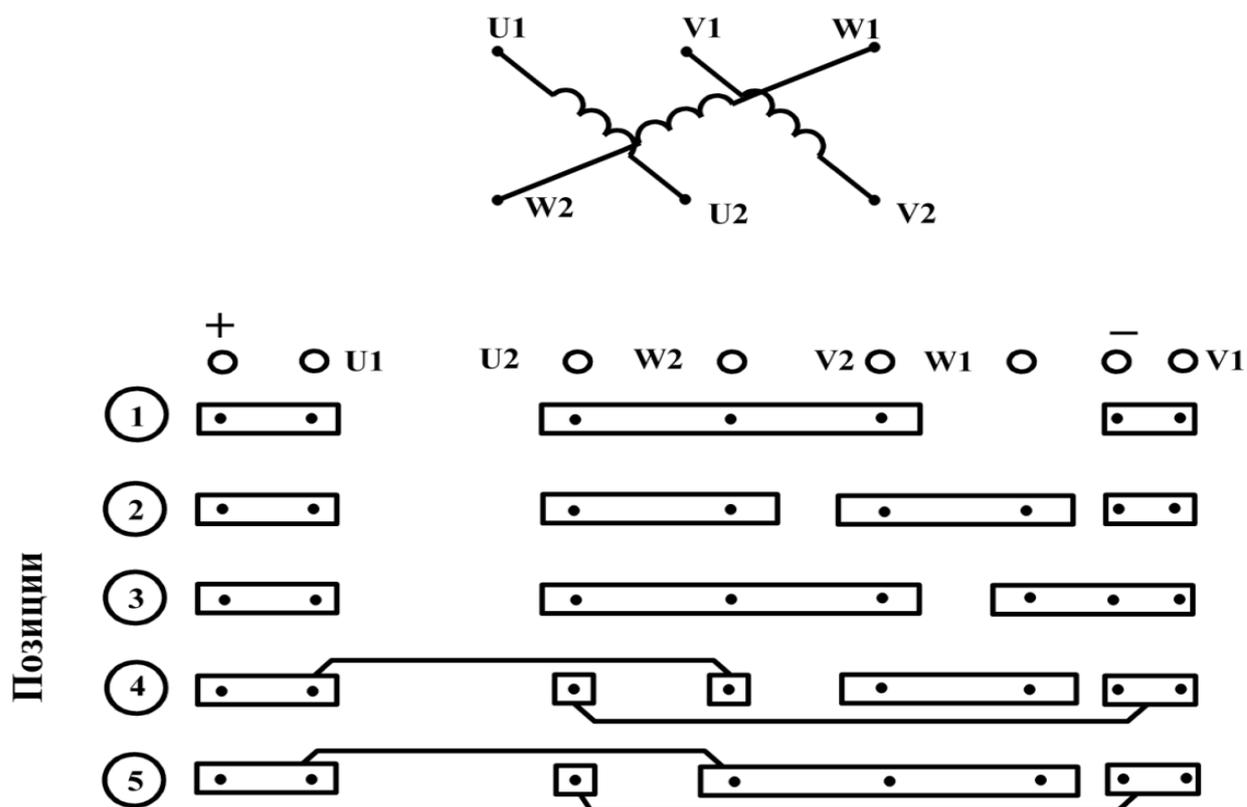


Рис. 3. Расположение медных сегментов на развернутой цилиндрической поверхности барабана контроллера

Барабан должен быть выполнен в виде цилиндра из изоляционного материала и может вращаться вокруг своей продольной оси с помощью, например, поворотной рукоятки. На рисунке 3 представлена развертка цилиндрической поверхности барабана барабанного контроллера с расположением медных пластин (сегментов) на этой поверхности. Медные пластины крепятся к цилиндрической поверхности барабана с помощью винтов с потайной головкой и должны или быть несколько утоплены в тело барабана, или иметь плавные фаски. Это необходимо для более плавного перемещения пластин под неподвижными «пальцами» и получения лучшего электрического контакта между пластинами и «пальцами». Такой поворотный барабан с помощью поворотной рукоятки можно установить в любую из пяти фиксированных позиций. При этом расположение пластин на цилиндрической поверхности барабана, длина и ширина пластин должны быть выполнены в соответствии с приведенной схемой. Данные, приведенные в таблице, дополнительно поясняют, какие клеммы контроллера должны соединяться на каждой из пяти позиций барабана с учетом полярности подводимого постоянного напряжения.

Соединение клемм обмоток двигателя и клемм подачи напряжения при разных схемах электродинамического торможения

Варианты торможения	Соединение клемм обмоток двигателя	Клемма, на которую подается «+»	Клемма, на которую подается «-»
1	U2-V2-W2	U1	V1
2	U2-W2; W1-V2	U1	V1
3	U2-V2-W2; W1-V1	U1	W1 (или V1)
4	U1-W2; W1-V2; V1-U2	U1	V1 (или U2)
5	U1-W2-W1-V2; V1-U2	U1 (или W2, W1, V2)	V1 (или U2)

Если оператору, например, необходимо задать на обкаточном стенде схему соединения обмоток статора по варианту 2 (рис. 2), то оператор поворотной рукояткой устанавливает контроллер в позицию 2 (см. рис. 3 и табл.). При этом медные сегменты барабана выполняют такие необходимые соединения «пальцев»: (+) – U1, U2 – W2, V2 – W1 и (-) – V1.

Далее для испытания двигателя постоянного тока оператор выполняет манипуляции по схеме, приведенной на рисунке 1, создавая необходимую нагрузку с помощью или автотрансформатора АТ, или резистора Rvd, или используя нужный вариант схемы соединения обмоток статора.

Предложенное решение при использовании пяти вариантов схем может найти практическое применение при испытании двигателей переменного и постоянного напряжения, например, после их капитального ремонта или перемотки, а также в учебных лабораторных установках колледжей и сельхозвузов при изучении дисциплин «Общая электротехника», «Электрические машины», «Электропривод».

---

### Список литературы

1. Епифанов А.П. Основы электропривода : учебник для вузов / А.П. Епифанов. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 192 с.
2. Ефремов И.С. Электрическое оборудование и автоматизация подвижного состава городского транспорта : учеб. пособие / И.С. Ефремов, Г.В. Косарев. – Москва : Стройиздат, 1965. – 270 с.
3. Ефремов И.С. Электрическое оборудование троллейбусов : учебник для вузов / И.С. Ефремов. – Москва : Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1963. – 332 с.
4. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода : учеб. пособие / Н.Ф. Ильинский. – Москва : МЭИ, 2003. – 221 с.
5. Москаленко В.В. Электропривод : учебник для студентов высших учебных заведений / В.В. Москаленко. – Москва : АСА-ДЕМА, 2007. – 430 с.
6. Родштейн Л.А. Электрические аппараты : учебник для техникумов / Л.А. Родштейн. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1989. – 320 с.
7. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода : учебник для вузов / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 576 с.
8. Чунихин А.А. Электрические аппараты : учебник для вузов / А.А. Чунихин. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 310 с.
9. Шичков Л.П. Электрический привод : учебник для вузов / Л.П. Шичков. – Москва : КолосС, 2006. – 279 с.
10. Электропривод и электрооборудование : учебник для вузов / А.П. Коломиец [и др.]. – Москва : КолосС, 2007. – 327 с.