

## ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА МЕТОДОМ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ

**Салтыков В.Д., Герасюкевич М.С.**

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Погуляев М.Н.

*ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель*

### **Аннотация**

Представлена конструкция лабораторного стенда, позволяющего на практике ознакомиться с энергосберегающей технологией испытаний электродвигателей постоянного тока методом взаимной нагрузки. Его основными достоинствами являются наглядность и простота конструкции.

В настоящее время повсеместно внедряются энергосберегающие технологии, начиная от бытовой сферы жизни и заканчивая промышленностью [1]. Это связано с тем, что одним из важнейших приоритетов развития человечества является переход к ресурсосберегающей и экологически чистой энергетике. Такая тенденция сопровождается модернизацией предприятий с использованием современного оборудования с низким классом энергопотребления. Также пересматриваются и технологические процессы на возможность оптимизации по энергопотреблению.

Однако по сей день остаётся неэффективным процесс испытания двигателей постоянного тока под нагрузкой, в том числе и тяговых двигателей. Суть этого процесса заключается в том, что вал испытываемого двигателя механически соединяется с валом синхронного генератора, или же двигателя постоянного тока работающего в режиме генератора, которые подключены к нагрузочным резисторам. Затем подопытный двигатель запускается, а момент сопротивления на его валу достигается электрическим нагружением генератора. Неэффективность такого метода обусловлена тем, что энергия, образующаяся в генераторе, создающем момент нагрузки испытываемого двигателя, расходуется на нагрев нагрузочных резисторов. В итоге это тепло попросту рассеивается в атмосферу. При испытаниях, например, тяговых двигателей мощностью несколько сотен киловатт, затраты энергии оказываются очень существенными. Особенно это актуально для предприятий, специализирующихся на ремонте таких двигателей. Выходом из данной ситуации является использование энергосберегающих стендов, построенных по схеме взаимной нагрузки [2, 3].

Суть метода такова, что вал испытываемого двигателя постоянного тока М1 с независимым возбуждением механически соединяется валом с аналогичного рабочего двигателя М2, например, посредством муфты (рис. 1). При этом якорные цепи этих двигателей соединяются параллельно с общим регулируемым выпрямителем. А обмотки возбуждения двигателей подключаются к независимым регуляторам напряжения, позволяющим управлять магнитным потоком

возбуждения на каждом из двигателей независимо друг от друга. Такое решение дает возможность управлять режимами работы двигателей, вводить их в двигательный или генераторный режим [3]. Таким образом, основной поток энергии во время испытаний циркулирует между якорными цепями двигателей. В среднем КПД таких двигателей составляет около 80%, т.е. часть энергии в общей якорной цепи теряется. Для компенсации этих потерь и служит регулятор напряжения, общий для двух якорных обмоток.

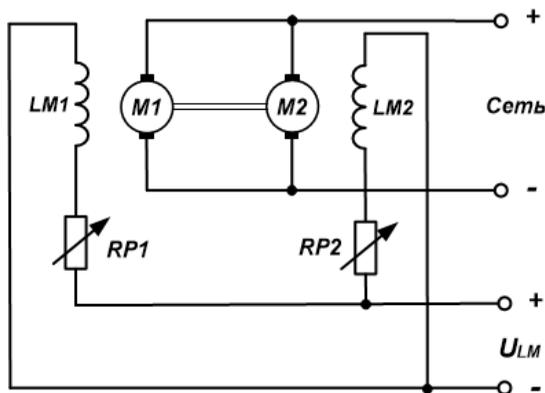


Рис. 1. Упрощенная схема испытания электродвигателей по методу взаимной нагрузки

Таким образом, при испытаниях методом взаимной нагрузки энергия тратится только на создание потоков возбуждения двигателей и на компенсацию потерь энергии в двигателях. Поэтому потребление электроэнергии в сравнении с ранее рассмотренным методом, при котором энергия генератора разогревала нагрузочные реостаты, получается в разы меньше.

Для ознакомления со способом нагружения двигателей постоянного тока, методом взаимной нагрузки разработан учебно-ознакомительный стенд, который на практике позволит убедиться в перспективности использования данной технологии и разобраться в способе её реализации.

В основе конструирования стенда с взаимной нагрузкой электродвигателей лежали следующие принципы: ремонтпригодность, использование доступной элементной базы и блочно-модульный принцип конструкции. Принципиальная электрическая схема стенда изображена на рисунке 2.

В качестве регуляторов напряжения в стенде используются однофазные мостовые тиристорные преобразователи UZ1-UZ3. Задание необходимой величины выходного напряжения производится переменными резисторами RP1- RP3.

Функциональная схема системы импульсно-фазового управления (СИФУ) тиристорным преобразователем изображена на рисунке 3. СИФУ является основной частью системы управления ТП и служит для получения требуемой зависимости выходного напряжения от напряжения управления. Воздействие на выходное напряжение осуществляется путём изменения угла управления.

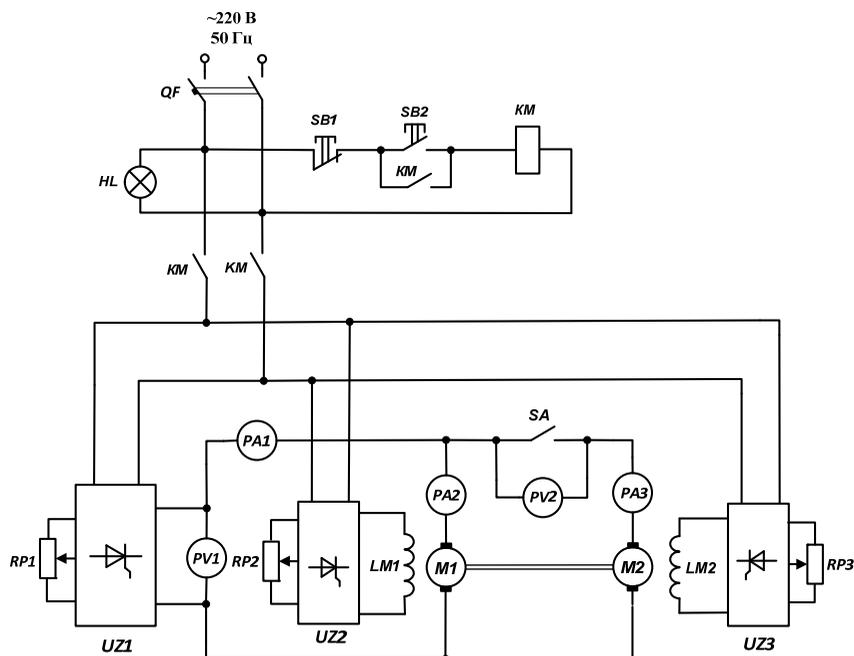


Рис. 2. Электрическая схема стенда с взаимной нагрузкой

При этом система импульсно-фазового управления должна обеспечивать надёжное отпирание тириستоров силовой схемы, во всех режимах работы, плавное регулирование угла подачи управляющих импульсов на тиристоры в заданном диапазоне и обладать высокой помехоустойчивостью.

СИФУ содержит следующие функциональные блоки:

БС – блок синхронизации, определяет точки естественной коммутации питающего напряжения;

ФСУ – фазосдвигающее устройство, служит для плавного регулирования угла управления тиристорами преобразователя в зависимости от напряжения, задаваемого резистором RP;

ФИ – формирователь импульсов, генерирует импульсы нужной длительности;  
 УИ – усилитель импульсов, обеспечивает получение импульсов необходимой мощности для надежного отпирания тиристоров;

БП – блок питания, используется для питания всех блоков системы.

Система импульсно-фазового управления спроектирована так, чтобы управляющие импульсы были достаточной длительности для обеспечения работы тиристорного преобразователя с большой индуктивной нагрузкой, например, с обмоткой возбуждения. В стенде используются три таких преобразователя – два служат для раздельной регулировки потоков возбуждения двигателей, а третий подключен к якорным цепям двигателей.

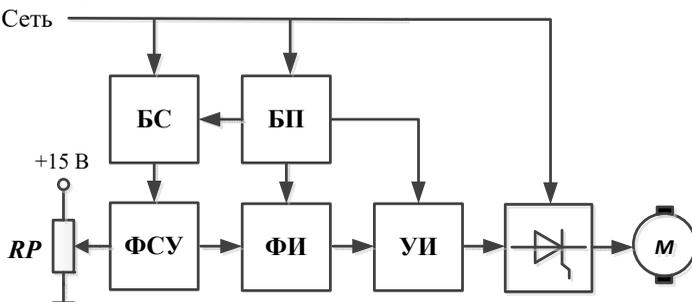


Рис. 3. Функциональная схема системы импульсно-фазового управления тиристорами преобразователя

С его помощью в начале испытаний двигатель разгоняют до необходимой скорости, затем этот преобразователь выполняет роль источника, компенсирующего электрические, механические и электромагнитные потери в системе. Для контроля тока возбуждения, направления движения энергии и величин тока и напряжения в якорном контуре, также для определения потребляемой от сети мощности стенд снабжается соответствующей контрольно-измерительной аппаратурой.

Данный стенд позволяет на практике ознакомиться с перспективной технологией испытаний электродвигателей методом взаимной нагрузки. Его основными достоинствами являются наглядность, повторяемость, ремонтпригодность за счет простоты конструкции и использования распространенной элементной базы.

### Список литературы:

1. Погуляев М.Н. Ресурсосберегающие электромеханические стенды для испытаний сложной техники на предприятиях транспортного машиностроения / М.Н. Погуляев [и др.] // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 8 (69). С.36-45.

2. Погуляев М.Н. Энергоэффективные испытательные стенды / М.Н. Погуляев [и др.] // Энергоэффективность. 2018. № 9. С. 26-30.

3. Погуляев М.Н. Имитационная модель силовой части стенда для испытания тяговых электродвигателей по принципу взаимной нагрузки / М.Н. Погуляев [и др.] // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. 2018. № 4. С. 31-40.

4. Семёнов А.С., Харитонов Я.С., Егоров А.Н. Разработка математической модели электромагнитного привода с системой управления стабилизации производительности питателя // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2018. № 2 (121). С. 123-131.

5. Семёнов А.С., Якушев И.А., Егоров А.Н. Математическое моделирование технических систем в среде MatLab // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. С. 56-64.