

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ

УДК 621.3

**О ЕДИНОЙ ОСНОВЕ ТЕОРИЙ ГЕНЕРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Рахимов Калый Рахимович. , к.т.н., профессор, КГТУ им И. Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Т. Айтматова 66. ORCID ID: 0000-0001-7775-8045

Аннотация. Предлагаются некоторые соображения по теории генерации и передачи электрической энергии. Есть возражения по некоторым пунктам существующих теорий, соответственно есть некоторые предложения по уточнению этих пунктов.

Ключевые слова: электрическое поле, синхронная машина, возбуждение, реактивная мощность, передача электроэнергии, теория генерации.

**ON A UNIFIED BASIS OF THEORIES OF GENERATION AND TRANSMISSION
OF ELECTRICAL ENERGY**

Rakhimov Kaly Rakhimovich PhD professor KSTU. I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek c. Ch.Aitmatov av. 66. ORCID ID: 0000-0001-7775-8045

Annotation. The purpose of the article is to give some ideas on the theory of generation and transmission of electrical energy. There are objections to some points of existing theories; accordingly, there are some suggestions on clarifying these points.

Key words: electric field, synchronous machine, excitation, reactive power, electric power transmission, generation theory.

Теория генерации активной энергии

В учебнике по электрическим машинам получение электрической энергии объясняется следующим образом. «Обмотка возбуждения на роторе создает магнитный поток возбуждения синхронной машины, который сцепляется с обмоткой статора и индуцирует в ней электродвижущую силу ЭДС» /1/. В /2/ говорится, что если внутри проводника напряженность электрического поля E отлична от нуля, то в проводнике возникнет электрический ток, т.е. движение зарядов. В другом учебнике по электротехническим материалам /3/ говорится «В теории электропроводности металлов механизм прохождения тока обусловлено движением свободных электронов под воздействием электрического поля».

В новой редакции учебника «Электрические машины /4/ говорится «Если ротор синхронной машины привести во вращение с некоторой частотой и возбудить его, то поток возбудителя Φ будет пересекать проводники обмотки статора и в последней будет индуцироваться ЭДС».

Таким образом, в теории электромагнитной индукции считается, что за счет ЭДС в проводнике образуется электрический ток. Такое объяснение не имеет физического смысла.

Имеется другое объяснение теории электромагнитной индукции. В контуре, пересекающем косвенное магнитное поле, под действием последнего связанные электроны становятся свободными, за счет их направленного движения появляется электрический ток и соответственно свое магнитное поле. Согласно такому толкованию первично образование

электрического тока, за счет чего образуется ЭДС и свое магнитное поле. Такое толкование хорошо согласуется с теорией электропроводности проводников.

Очень важно акцентировать внимание на то, что генерация электрической энергии – это есть создание направленного движения зарядов в проводнике – обмотке электрической машины за счет воздействия внешнего магнитного поля.

Механическая энергия, преобразованная в электрическую – есть активная энергия, которое передается по проводнику электронной проводимостью.

Теория генерации реактивной энергии.

Электрическая машина как генератор помимо активной мощности вырабатывает и реактивную мощность, которая наряду с активной мощностью передается вдоль проводов. Ее выработка зависит от тока возбуждения, т.е. от величины магнитной индукции создаваемой ротором. На ее выработку не расходуется механическая мощность. Ее величина определяется реактивным составляющим напряжения, создаваемым магнитным полем возбуждения. Часть этого реактивного напряжения компенсируется падением напряжения на индуктивном сопротивлении самого генератора. Напряжение на выводах генератора складывается из активной составляющей напряжения, пропорциональной активной мощности генератора и некомпенсированной части реактивного напряжения. При неизменной активной мощности генератора напряжение на выводах генератора регулируют изменением реактивной составляющей напряжения путем изменения тока возбуждения. В нормальном режиме напряжение на выводах генератора регулируется автоматически. При снижении напряжения на выводах генератора автоматически увеличивается реактивная составляющая, пропорционально увеличивается выработка реактивной составляющей мощности. Увеличение выработки реактивной мощности повышает напряжение. Таким образом, поддерживается на требуемом уровне напряжение на выводах генератора. Синхронные генераторы при малых токах возбуждения переходят в режим потребления реактивной мощности из системы.

Теория переноса электрической энергии вдоль проводов.

Как было выше сказано, активная мощность передается по проводнику электронами, а реактивная мощность электрическим полем зарядов. Согласно основному положению теории Максвелла, изменяющееся электрическое поле вызывает появление магнитного поля. Согласно второму основному положению теории Максвелла изменяющееся магнитное поле вызывает появление электрического поля. Полагается, что электрическое и магнитное поля, взаимно превращаясь и поддерживая друг друга, будут распространяться вдоль линии /5/. Однако электрическое и магнитное поля рассматриваются между двумя проводами. При таком рассмотрении принято, что ток постоянно замыкается по контуру между проводами токами смещения и токами проводимости по проводнику. Такое рассмотрение не является реальным. Токи проводимости по проводнику измеряются тысячами ампер, а токи смещения составляют микроамперы или миллиамперы.

Принято, что существуют два различных процесса передачи электроэнергии: с помощью токов проводимости и при помощи токов смещения (электромагнитных волн). Если быстрота изменения полей мала (малые частоты), то токами смещения можно пренебречь, основную роль играют токи проводимости. Частота 50 герц относится к малым. При такой частоте электрические явления существенно зависят от сопротивления линии и, следовательно, от материала проводов. Если же поля изменяются быстро (большие частоты), то основную роль играют токи смещения и электрические явления определяются электромагнитными волнами. При этом основные процессы происходят между проводами, в окружающей среде, и электрические явления практически не зависят от свойств материала проводов.

Генерация, трансформация и передача электрического тока имеют одинаковую физику процесса. В электрическом генераторе магнитное поле ротора пересекает обмотку статора, воздействуют на заряды (электроны) и приводят их в движение, появляется

электрический ток. В трансформаторе магнитное поле первичной обмотки приводит в движение заряды в проводнике вторичной обмотки, таким образом, происходит трансформация электрической энергии.

В линии электропередачи электрический ток создает вокруг провода магнитное поле, которое движет заряды в проводнике, которое в свою очередь создает магнитное поле, таким образом, процесс идет непрерывно.

Никакого постоянного превращения электрического поля в магнитный и обратного превращения магнитного поля в электрический не имеет места. Применение термина «передача электроэнергии электромагнитными волнами» спорно. По проводнику передается активная мощность под воздействием магнитного поля. Вместе с зарядами движется электрическое поле и им создается и передается реактивная мощность.

В курсах ТОЭ и электропередач вообще нет объяснения физики процесса передачи электроэнергии. Нужно включить в учебники отдельные разделы по теории передачи электрической энергии.

Мы считаем, что передача полной мощности происходит как за счет электронной электропроводности проводника, так и за счет электрического поля. Активная мощность передается по проводнику, а реактивная мощность передается электрическим полем.

Активный электрический ток имеет прямую связь с напряженностью электрического поля (В/м) законом Ома

$$j = \gamma E,$$

где j – плотность тока,

E - напряженность электрического поля (ЭДС),

γ - удельная электропроводность проводника.

Напряженность электрического поля E равно разнице потенциалов начала и конца обмотки отнесенной на длину проводника l

$$E = U/l$$

Согласно квантово – механической теории электропроводности металлов, найдены зависимость электропроводности от концентрации электронов, величины заряда, средней скорости упорядоченного движения зарядов. Плотность тока по этой теории

$$j = ne v,$$

где n – концентрация электронов,

e – заряд,

v - средняя скорость упорядоченного движения электронов, которая в свою очередь зависит от длины свободного пробега и массы электрона.

Электрическое и магнитное поля сдвинуты на 180 градусов. Они характеризуются емкостной и индуктивной реактивной мощностями. Они компенсируют друг друга. При их равенстве в электрической цепи не будет реактивной составляющей в полной мощности. При преобладании электрического поля емкостная реактивная мощность больше, чем индуктивная и реактивная составляющая напряжения повышается, и, наоборот, при преобладании магнитного поля индуктивная реактивная мощность больше, чем емкостная и реактивная составляющая напряжения снижается.

При передаче электрической энергии, активной мощности оказывает сопротивление активное сопротивление, емкостной реактивной мощности емкостное сопротивление, а индуктивной мощности индуктивное сопротивление.

Выводы:

1. Утверждается, что в теории генерации электрической энергии в генераторе первично образование электрического тока, а не напряжения.

2. Электрическое и магнитное поля не превращаются в друг друга. Есть свободный заряд – есть электрическое поле. Магнитное поле есть следствие электрического тока, есть электрический ток - есть магнитное поле.

3. Генерация электрического тока и ее передача имеют одинаковую теоретическую

основу. Генерация происходит за счет внешнего магнитного поля, а передача за счет своего магнитного поля.

4. Активная электроэнергия передается электронной проводимостью, а реактивная электроэнергия передается электрическим полем.

Список литературы

1. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины.»Питер», 2010.
2. Тамм И. Е. Основы теории электричества. М. Наука. 1989.
3. Демирчян К. С. и др. Теоретические основы электротехники. Т.1. «Питер». 2009.
4. Калашников С. Г. Электричество. М. Наука. 1985.
5. Веников В. А. и Рыжов Ю. П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. М. Энергоатомиздат, 1985.
6. Рахимов К. Р. Линии электропередач Кыргызстана – особенности, методы расчета и управления. Бишкек, КГТУ, 2010.
7. Рахимов К.Р. О теориях генерации, передачи электроэнергии и реактивной мощности. Бишкек, 2014.
8. Рахимов К. Р. О расчете режимов линии электропередачи с учетом баланса реактивной мощности на них. /Известия КТУ. Том 6. Бишкек. 2006.
9. Рахимов К. Р. О наличии сдвига векторов между током и напряжением в цепи синусоидального тока. /Ж. «Инженер». Инженерная Академия Кыргызской Республики. Бишкек. № 1. 2010.
10. Рахимов К. Р. О методе расчета режимов линии по последовательной схеме замещения и по балансу реативных мощностей. Ж. «Инженер». Инженерная Академия Кыргызской Республики. Бишкек. № 1. 2010.