

## ОТЗЫВ

научного консультанта доктора технических наук (специальности 05.09.03 и 05.14.02) Новожилова Александра Николаевича на диссертационную работу Акаева Айбека Муратбековича «Построение защиты синхронного компенсатора от витковых замыканий», представляемую на соискание академической степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071800 - Электроэнергетика

Диссертационная работа посвящена построению защиты синхронного компенсатора от витковых замыканий. Как известно, синхронные компенсаторы используют в энергосистемах для компенсации реактивной мощности там, где отсутствуют мощные синхронные двигатели или статические конденсаторы, а регулировку с помощью синхронных генераторов осуществить не удается. Отсутствие возможности компенсации реактивной мощности, как известно, приводит к значительным колебаниям напряжения в энергосистеме и росту электрических потерь, а следовательно сказывается на стоимости производимой электроэнергии. Повреждаемость синхронных компенсаторов достаточно высока. При этом одним из основных видов электрических повреждений их обмоток являются витковые замыкания.

Известно, что традиционно устройства релейной защиты синхронного компенсатора в качестве измерительных преобразователей используют трансформаторы тока. Однако токовые защиты от коротких замыканий в обмотке статора, обладают низкой чувствительностью к витковым замыканиям. Поэтому в настоящее время синхронный компенсатор отключают не в момент возникновения виткового замыкания в обмотке статора, а тогда, когда размеры повреждения обмоток достигнут значительной величины. А попытки использования релейной защиты от витковых замыканий в обмотке ротора вообще не известны. В тоже время этот вид повреждения синхронного компенсатора сопровождается усилением вибрации и при длительной эксплуатации может привести к разрушению подшипников и, как следствие, машины.

Ситуация в этой области релейной защиты усугубляется еще и тем, что витковые замыкания в обмотке статора необходимо отключать как можно быстрее, а с витковым замыканием в обмотке ротора синхронный компенсаторов может проработать некоторое время.

Как правильно показал докторант, значительной части недостатков традиционных устройств релейной защиты синхронного компенсатора можно избежать, если в качестве измерительных преобразователей защиты использовать измерительные преобразователи в виде катушек индуктивности. Защиты обмотки статора синхронного компенсатора на таких измерительных преобразователях обладают высокой чувствительностью к витковым замыканиям, но могут сработать и при

возникновении виткового замыкания в обмотке ротора. И наоборот. В связи с чем эти защиты не являются селективными.

Таким образом, работа по построению селективной и чувствительной защиты синхронного компенсатора от витковых замыканий является актуальной.

**Целью работы** является построение селективной и чувствительной защиты синхронного компенсатора от витковых замыканий в обмотках статора и ротора. Для этого докторанту необходимо было разработать методы моделирования токов в обмотках статора и ротора синхронного компенсатора в эксплуатационных и аномальных режимах работы, а также при витковом замыкании в обмотках статора и ротора, при пуске и трехфазном коротком замыкании на выводах синхронного компенсатора. Усовершенствовать метод моделирование магнитного поля рассеяния обмоток ротора и статора в торцевой зоне, а с его помощью разработать конструкцию и крепление нового типа измерительного преобразователя, а также методику определения его параметров. А затем на этой базе разработать способы и устройства селективной и чувствительной защиты от витковых замыканий обмотки статора и ротора синхронного компенсатора.

**Научная новизна** работы заключается в разработке математических моделей синхронного компенсатора для моделирования токов в обмотках статора в различных эксплуатационных и аварийных режимах работы, в разработке методики расчета параметров  $C$  - образных измерительных преобразователей, а также двух способов селективной и чувствительной защиты обмоток статора и ротора синхронного компенсатора от витковых замыканий, работа которых основана на измерении постоянной составляющей ЭДС такого измерительного преобразователя и времени следования импульсов напряжения ЭДС двух  $C$  - образных измерительных преобразователей.

**Практической ценностью** работы является то, что разработанные математические модели синхронного компенсатора позволяют с достаточной точностью моделировать токи в обмотках статора и ротора в эксплуатационных и аварийных режимах работы и, как следствие, магнитные поля в торцевой зоне. В свою очередь построенная на этой основе методика расчета параметров предоставляет возможность разработать измерительный  $C$  - образный преобразователь и два устройства защиты, которые позволяют селективно отключать замыкание малого числа витков в обмотках статора и ротора.

**Апробация результатов исследования** - основные положения диссертации докладывались и обсуждались на 15-ой Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XV САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ», (г.Павлодар) в 2015 году, 4-ой Международной научно-практической конференции (г.Екатеринбург,

РФ) в 2015 году, Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (НТИ-2015), (г.Новосибирск, РФ) в 2015 году, 16-ой Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ», (г.Павлодар) в 2016 году.

**Публикации.** По работе опубликовано 9 печатных труда, в том числе: один из них статья в журнале, входящем в базу данных компании Scopus, три - в журналах рекомендуемых Комитетом по контролю и аттестации в сфере образования и науки МОН РК, 4 публикаций в материалах международных конференций, в том числе 2 в материалах зарубежных конференций, а также получен один инновационный патент Республики Казахстан.

Работа изложена логично, написана грамотным языком, текст и рисунки оформлены аккуратно. В целом, как по содержанию, так и по оформлению работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Изучение и анализ содержания диссертационной работы А.М. Акаева позволяет сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Она подтверждает способность и умение диссертанта проводить теоретические и экспериментальные исследования на достаточно высоком уровне, аргументировать и логично излагать их. Полученные результаты вне всяких сомнений обладают научной новизной и имеют огромную практическую ценность. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание и основные положения диссертации.

Отечественный консультант  
доктор технических наук  
по специальностям 05.09.03 и 05.14.02,  
профессор

  
А.Н. Новожилов

