

Исследование режимов самовозбуждения комплекса «асинхронный двигатель - автономный асинхронный генератор» экспериментальным путем

Геворгян С. Г.

Геворгян Севак Гагикович / *Gevorgyan Sevak Gagikovich* - кандидат технических наук, научный сотрудник,
Стратегический центр энергетики
ЗАО «Научно-исследовательский институт энергетики», г. Ереван, Республика Армения

Аннотация: в статье экспериментальным путем исследованы режимы самовозбуждения комплекса «асинхронный двигатель - автономный асинхронный генератор». Приведены электрическая схема экспериментального стенда и описание выполненных экспериментов. Представлены кривые напряжения и угловой скорости вращения поля статора в холостом ходе и в нагрузочном режиме в зависимости от значения емкости самовозбуждения, полученные в результате экспериментов.

Ключевые слова: автономный режим, асинхронный двигатель, автономный асинхронный генератор, экспериментальный стенд.

Введение

Теоретические и экспериментальные исследования [1-6] показывают перспективу применения автономного асинхронного генератора как автономный источник электроэнергии, исходя из ряда показателей: простая техническая реализация, экономичность, надежность и т.д. Обзор этих исследований также показывает эффективность использования на микрогидроэлектростанциях АГ [1].

В работе [4] рассматривается вопрос обеспечения постоянного напряжения на зажимах ААГ при переменной скорости вращения ротора. Исследование стационарного режима проводится на Т-образной схеме замещения, где авторы не учитывают индуктивные сопротивления обмоток статора и ротора.

В работах [5, 6] авторы отмечают, что методика определения стационарных точек ААГ резко отличается от методики определения стационарных точек для АГ, работающего параллельно с сетью. Исследование проводилось при постоянной скорости вращения ротора и без учета параметров нагрузки.

Постановка задачи

Целью данной работы является исследование экспериментальным путем стационарного режима ААГ, т.е. опытным путем определение емкости конденсаторов, которые обеспечивали бы возбуждение АГ, когда первичным вращающимся двигателем является АД.

Результаты и их обсуждение

Комплекс, состоящий из ААГ и первичного вращающегося АД, назовем комплексом «АД – ААГ».

На рис. 1. приведена схема замещения комплекса «АД – ААГ» [3].

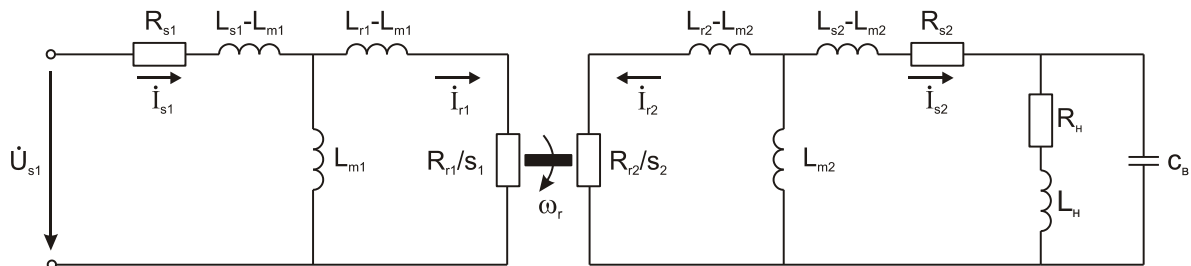


Рис. 1. Схема замещения комплекса «АД – ААГ»

Для определения емкости конденсаторов опытным путем разработан экспериментальный стенд комплекса «АД – ААГ», электрическая схема которого приведена на рис. 2.

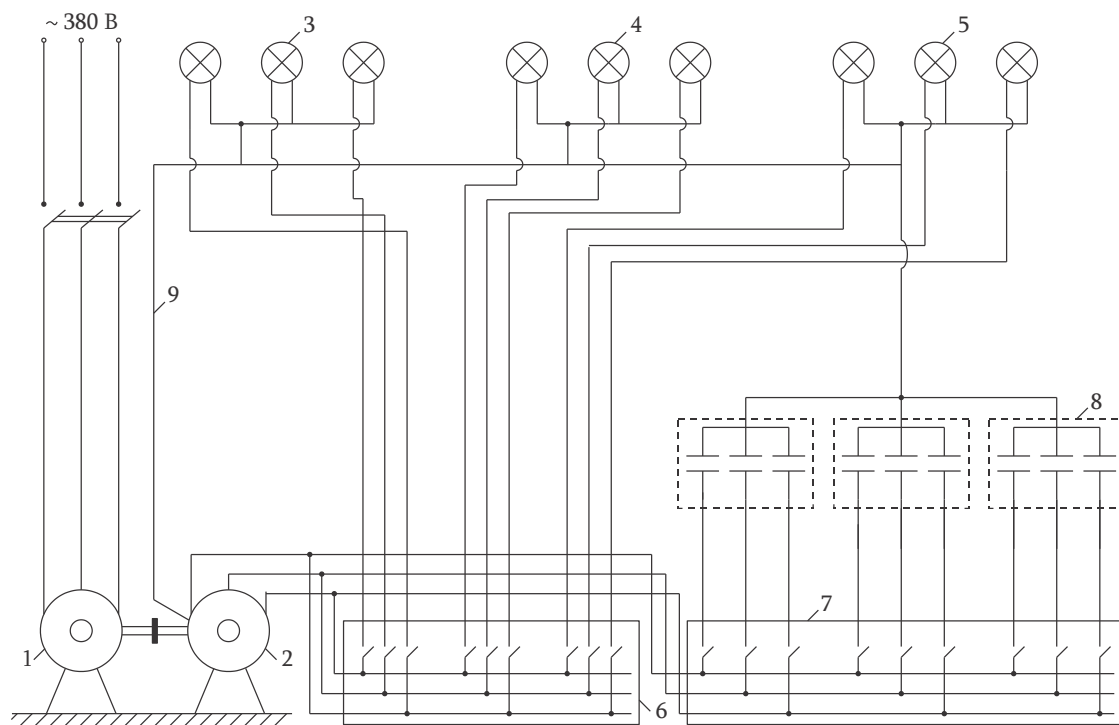


Рис. 2. Электрическая схема экспериментального стендакомплекса «АД-ААГ»
 1 - АД; 2 - ААГ; 3 - лампы накаливания; 4 - экономные лампы; 5 - светодиодные лампы; 6 - переключатели ламп;
 7 - переключатели конденсаторов; 8 - конденсаторные блоки; 9 - нулевой провод ААГ

Объектом исследования был выбран трехфазный короткозамкнутый асинхронный двигатель типа 4АА2М63В4У3 с параметрами $P_{\text{ном}} = 180 \text{ Вт}$, $U_{\text{ном}} = 380/220 \text{ В}$, $\cos\varphi = 0,64$, $n_{\text{ном}} = 1380 \text{ об/мин}$, $I_{\text{пуск}} / I_{\text{ном}} = 1,155/0,669$, $\eta = 64 \%$, число пар полюсов - 2, соединение обмоток статора – «звезда». В качестве первичного привода использован АД такого же типа.

В фазы АГ включались батареи конденсаторов с различными емкостями. Как видно из рис. 2., имеется три конденсаторных блока. Первый блок состоит из тринадцати конденсаторных батарей типа К 75-10 (0,47 мкФ) по каждой фазе, второй блок - из двух конденсаторов типа К 75-10 (6,8 мкФ), а третий - из трех конденсаторов типа К 75-10 (6,8 мкФ).

В качестве электрической нагрузки выбраны три блока с разными сопротивлениями, первый из которых состоит из трех однотипных ламп накаливания сопротивлением 1,2 кОм, второй - из экономичных ламп сопротивлением 2,7 кОм, а третий - из светодиодных ламп сопротивлением 16,1 кОм.

Напряжение сети подается на АД, который приводит во вращение вал ААГ. Конденсаторы служат для возбуждения и перевода ААГ в генераторный режим.

Были проведены эксперименты в следующих режимах.

- режим холостого хода, когда к выходам ААГ подключаются конденсаторы для обеспечения самовозбуждения ААГ (нагрузка отсутствует),
- нагрузочный режим, когда к выходам ААГ подключается нагрузка и параллельно ей конденсаторы.

Режим холостого хода.

В режиме холостого хода ставилась задача опытным путем подобрать емкость конденсаторов, которые обеспечивали бы возбуждение ААГ (нагрузка отсутствует). Изменяя емкости конденсаторов с дискретным шагом (0,47 мкФ), измеряли напряжение и частоту на зажимах АГ. Результаты измерений приведены на рис. 3. Как видно из рисунка, в режиме холостого хода АГ возбуждается при значении емкости 3,76 мкФ. При увеличении емкости с этого значения, напряжение и частота АГ уменьшаются. При дальнейшем увеличении емкости с значения 21,34 мкФ - генератор терял возбуждение.

Таким образом, в режиме холостого хода интервал изменения емкости, при котором обеспечивается возбуждение ААГ, составляет [3,76; 21,34] мкФ.

Нагрузочный режим

В этом режиме эксперименты проводились для разных значений электрической нагрузки. Ниже приведены результаты экспериментальных исследований только для экономичных ламп. Для этого

режима построены кривые зависимостей модуля напряжения статора и угловой скорости вращения поля статора от емкости (рис. 3).

Как видно из графиков, при наличии нагрузки интервал изменения емкости, при котором обеспечивается возбуждение АГ, составляет [4,23; 20,87] мкФ, то есть в случае наличия нагрузки интервал изменения емкости уменьшается.

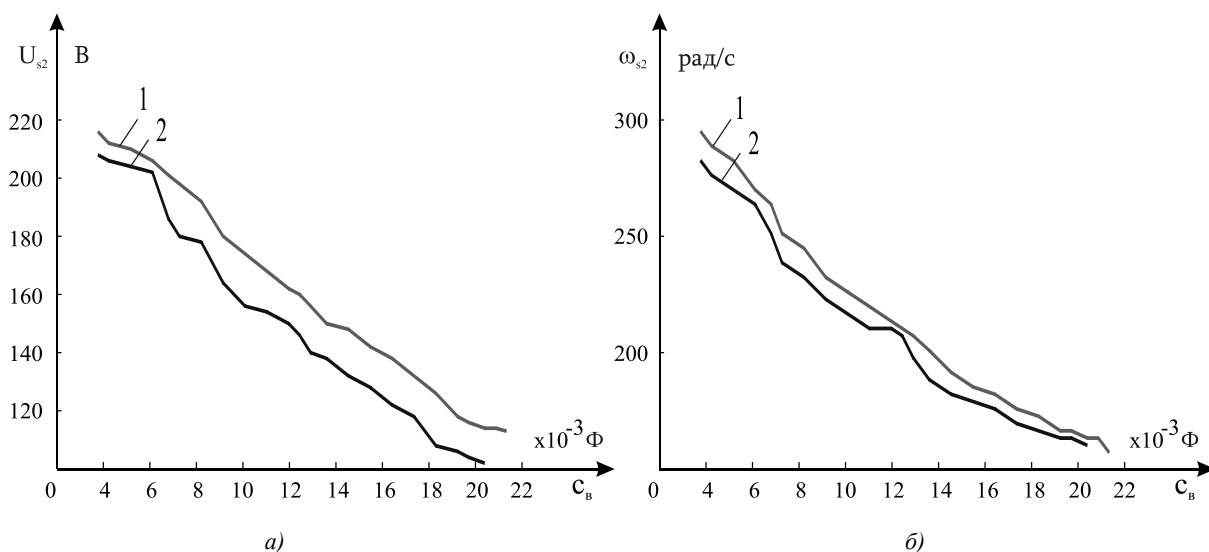


Рис. 4. Кривые зависимостей модуля напряжения (а) угловой скорости вращения поля (б) статора от емкости, полученные в результате эксперимента
1 - холостой режим, 2 - нагрузочный режим

В обоих режимах увеличение емкости самовозбуждения приводит к уменьшению напряжения и угловой скорости вращения поля статора.

Выводы

1. Экспериментальным путем показано, что увеличение емкости конденсаторов возбуждения приводит к уменьшению напряжения и угловой скорости вращения поля статора, если скорость вращения ротора ААГ не фиксировано.

2. Экспериментальным путем показано, что интервал изменения емкости, при котором обеспечивается возбуждение ААГ, в нагрузочном режиме уменьшается, по сравнению с режимом холостого хода.

Литература

1. *Торопцев Н. Д.* Асинхронные генераторы для автономных электроэнергетических установок. - М.: Энергопрогресс, 2004. - 89 с.
2. *Лежнюк П. Д., Никиторович А. В., Жан-Пьер Нгома* Компенсация реактивной мощности асинхронных генераторов на малых гидроэлектростанциях // Наукові праці ВХТУ. - Харьков, 2008. - № 2. - С. 3-9.
3. *Сафарян В. С., Геворгян С. Г.* Исследование режимов автономного асинхронного генератора с учетом характеристик первичного двигателя // Вестник ГИУА (Политехник). Сер. «Энергетика, Электротехника». - 2013. - Вып. 16, № 1. - С. 91-100.
4. *Попов В. П., Турлюн И. Н.* Автономный асинхронный генератор с переменной скоростью вращения // Энергетика. - 2007. - С. 1-3.
5. *Каримов А. Х., Хо Тхань Хиен* О параметрическом самовозбуждении асинхронного генератора // Электротехника. - 1992. - № 6-7. - С. 5-7.
6. *Кицис С. И.* Режимы установившегося самовозбуждения асинхронного генератора // Электричество. - 2004. - № 2. - С. 64-67.