

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАКЕТА SIMULINK&MATLAB

А.Г. Капустин, Н.С. Карнаухов

*Учреждение образования  
«Минский государственный высший авиационный колледж»  
кафедра «Общих технических дисциплин»*

При подготовке современного специалиста важную роль играет не только теоретическая, но и практическая подготовка, которую зачастую проводить на реальных объектах дорого или практически невозможно. Поэтому актуальным является вопрос разработки простых инженерных методов, алгоритмов и программ для персонального компьютера, позволяющих наиболее просто, с наименьшими затратами проводить исследования систем (объектов). Одним из таких методов является метод структурного моделирования из пакета Simulink&MatLab, на основе которого создана лабораторная установка.

В работе представлены необходимые сведения об особенностях моделирования и исследования переходных электромагнитных процессов синхронного генератора (СГ) типа ГТ30НЖЧ12 с различными регуляторами напряжения на виртуальной лабораторной установке, показаны возможности среды MatLab при исследовании переходных процессов СГ.

Основными элементами схемы исследуемой систем генерирования электроэнергии являются: бесконтактный генератор типа ГТ и регулятор напряжения [1]. Они задаются каждый своим блоком типа TransferFcn. Звенья, характеризующие действия внешних возмущений (частоты вращения вала авиадвигателя  $\gamma$  и нагрузки  $\rho$  их - активной и индуктивной соответственно) задаются блоками типа Gain [1,2,3].

Для исследования переходных и установившихся процессов по напряжению в системе генерирования исходная структурная схема (при допущениях  $\gamma=1$ ,  $\chi=1$ ) преобразована к виду, на котором выход каждого блока систем генерирования электроэнергии обозначен цифрой, являющейся одновременно и номером блока в схеме [1,2]. Цифрой 1 обозначен выход звена, задающего возмущение  $1(t)$ . Звенья описываются стандартными подпрограммами из пакета Simulink. Причём, при разработке математической модели системы генерирования приняты допущения, обычные в такого рода исследованиях, которые не дают существенных расхождений получаемых результатов с опытом [1]. Такой подход позволяет исследовать статические и динамические характеристики системы генерирования при изменении сигналов по цепям возбуждения и нагрузки.

Оценка адекватности математической модели синхронного генератора реальному объекту проводилась путём сравнения результатов расчёта на персональном компьютере динамических и статических характеристик бесконтактного трёхфазного синхронного генератора мощностью 30 кВ·А с аналогичными характеристиками, полученными в результате натурного эксперимента.

Имеющиеся различия в результатах эксперимента и расчёта объясняются, во-первых, применяемыми при составлении математической модели допущениями и, во-вторых, всегда имеющими место техническими отклонениями параметров генератора от их номинальных значений.

Лабораторная установка позволяет учитывать влияние демпферных контуров в уравнениях математической модели трёхфазного синхронного генератора, проводить анализ кривых изменения напряжения синхронного генератора с учетом и без учета трансформаторных ЭДС, учитывать насыщение магнитной системы.

В результате установлено, что при учете трансформаторных ЭДС имеют место большие отклонения напряжения в моменты действия возмущений в цепях возбуждения и нагрузки. При этом, величины отклонений напряжения по сравнению со значениями напряжения, полученными экспериментально, составляют приблизительно 6-8% в сторону увеличения. При не учете трансформаторных ЭДС величины отклонений напряжения в моменты действия возмущений от значений, полученных экспериментально, занижены на 8-14%. Помимо этого, при расчетах без учета трансформаторных ЭДС время переходного процесса увеличивается на 15-30%.

Таким образом, анализ экспериментальных и расчетных кривых переходных процессов генератора без учёта демпферных контуров и трансформаторных ЭДС показал их удовлетворительное совпадение как в режиме работы при воздействии возмущений по цепи возбуждения, так и при воздействии возмущений по цепи нагрузки. Расчетные и экспериментальные значения напряжения генератора в установившихся и переходных режимах не отличаются друг от друга более чем на 11% , что вполне удовлетворяет требованиям инженерных расчетов.

Моделирование переходных и установившихся процессов по напряжению в системе генерирования выполнялось при коммутациях нагрузки от 0 до 160 % и при различных параметрах элементов системы генерирования, а именно различных регуляторах напряжения (П, ПИ и ПИД–регуляторы) [1,2,3].

Таким образом, разработанная методика и программа расчета могут быть успешно использованы для исследования моделирования как переходных, так и установившихся электромагнитных процессов в системе генерирования переменного трёхфазного тока с различными регуляторами напряжения.

Таким образом, применение данной виртуальной лабораторной установки в лабораторном практикуме по дисциплинам, например, «Электрические машины», «Автоматика и управление» с наименьшими затратами позволяют: проводить анализ переходных электромагнитных процессов в системах генерирования электрических машин; определять влияние изменения параметров СГ на переходные процессы; определять область нормального функционирования СГ при различных законах регулирования, различной коммутации нагрузок, изменении частоты вращения вала генератора и др. На основании этой информации инженер может принять обоснованность решения об эффективности работы данного объекта.

## Литература

1. Капустин А. Г., Карнаухов Н.С. Исследование системы генерирования методом структурного моделирования. «Совершенствование обеспечения полетов авиации»: Тезисы докладов 3-й военно-научной конференции курсантов и молодых ученых/ ред. коллегия: Санько А. А., Савостеев С. А. и др. – Минск: МГВАК. 2013.
2. Карнаухов Н. С. Применение пакета Simulink&MatLab для исследования переходных процессов в автономной системе генерирования переменного тока. «Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации»: Тезисы докладов 3-й международной научно-технической конференции.– Минск: ВА РБ. 2013.
3. Лазарев Ю., Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2005.