

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу

Жаркова Максима Андреевича

«Анализ электромагнитных процессов в стартер-генераторной системе на основе трехкаскадного синхронного генератора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

### **Актуальность для теории и практики.**

Мировая концепция «самолета с полностью электрифицированным оборудованием» основывается на современных требованиях по экономичности и энергетической (топливной) эффективности, надежности и улучшению летных характеристик летательного аппарата, и должна соответствовать новым техническим решениям, отвечающим вышеперечисленным требованиям, например, системам активного контроля, энергетически эффективному двигателю, крылу суперкритического профиля, конструкционным деталям из композитных материалов, и т.п., а также комплексу систем электроснабжения на основе эффективных генераторов и устройств силовой электроники. В этом смысле тематика представленной к оппонированию диссертации, посвященной анализу электромагнитных процессов в стартер-генераторной системе на основе трехкаскадного синхронного генератора следует считать актуальной.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации получены автором с применением методов, соответствующих задачам исследования. Расчеты, а также анализ электрических и механических параметров и переменных стартер-генераторных систем ряда мощностей (фазные токи, напряжения, моменты, скорости вращения), характеризующих поведение агрегата в

стартерном режиме работы, выполнены с применением математических моделей, разработанных автором. Полученные результаты подтверждаются при помощи имитационного моделирования и физического эксперимента. В диссертации все теоретические положения и выводы научно обоснованы и сомнений не вызывают.

### **Достоверность и новизна, полученных результатов.**

В процессе выполнения диссертационной работы автором получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

- 1) предложенная математическая модель системы запуска газотурбинных двигателей на основе трехкаскадного синхронного генератора;
- 2) разработанный и реализованный способ синхронизации системы управления с полем ротора трехкаскадного синхронного генератора;
- 3) разработанные рекомендации по оптимальному изменению угла управления током полупроводникового преобразователя в режиме реактивного пуска трехкаскадного синхронного генератора.

Результаты исследований опубликованы автором в значимых изданиях общим количеством – 32 работы, включая 5 в журналах из перечня ВАК, 15 работ, входящих в международную систему цитирования Scopus и WoS, а также три патента на изобретения.

Достоверность полученных результатов согласуется с основными положениями и законами электротехники, электромеханики, а также сходимостью результатов вычислительного анализа с экспериментальными данными.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов.**

В процессе проведения исследований по теме представленной диссертации автором разработаны и предложены:

- 1) структура стартер-генераторного устройства для летательного аппарата, обеспечивающая электростартерный запуск вспомогательной силовой установки;



2) алгоритмы управления системой запуска на основе трехкаскадного синхронного генератора;

3) способ бездатчиковой синхронизации системы управления «преобразователь частоты – трехкаскадный синхронный генератор» в двигательном режиме;

4) цифровые системы управления на основе микропроцессора для управления полупроводниковыми преобразователями стартерного и генераторного режима;

5) рекомендации для проектирования повышающего преобразователя, необходимого для автономной работы системы запуска турбины.

При этом также автором определены параметры, влияющие на формирование электромагнитного момента трехкаскадного синхронного генератора при начальной скорости вращения вала (равной нулю).

Практическая значимость полученных результатов исследования подтверждается актами о внедрении.

### **Замечания по диссертационной работе.**

1. Вид механической характеристики дополнительного момента, приведенный на рис. 25, стр. 43 требует пояснения. Представленная автором форма дополнительного момента характерна для режима короткого замыкания обмотки возбуждения синхронных двигателей со специальной дополнительной пусковой обмоткой. Однако в схеме трехкаскадного синхронного генератора не происходит принудительного замыкания вращающейся обмотки возбуждения. Насколько приведенная форма соответствует демпферной обмотке трехкаскадного синхронного генератора?
2. При асинхронном пуске на вращающейся разомкнутой обмотке возбуждения генератора может наводиться высокая ЭДС. Насколько критичен этот режим для изоляции обмотки возбуждения?
3. В диссертации отсутствует оценка теплового состояния демпферной обмотки в режиме запуска.

4. На стр. 41 диссертации утверждается, что *«...из семейства внешних характеристик (рис.24) видно, что при увеличении мощности нагрузки сильно сказывается отсутствие учета насыщения стали электрической машины»*. Не ясно, что автор хотел сказать этим утверждением? Разве возрастание мощности нагрузки ведет к насыщению генератора?
5. Из диссертации не ясно, каким образом и почему (относительно других методов настройки) автор использовал метод Циглера-Никольса для настройки ПИД-регулятора в системе четвертого порядка? Насколько необходима в регуляторе дифференциальная составляющая, способная приводить к «зашумлению» системы?

Представленные замечания не являются принципиальными с точки зрения положительных результатов диссертационной работы.

#### **Заключение.**

Диссертация Жаркова Максима Андреевича «Анализ электромагнитных процессов в стартер-генераторной системе на основе трехкаскадного синхронного генератора», состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 101 наименования, двух приложений и изложенная на 202 страницах, является законченной научной работой, выполненной на актуальную тему.

Содержание автореферата соответствует материалам диссертации.

Представленные теоретические и практические результаты позволяют квалифицировать ее как решение научно-технической задачи в части реализации концепции «самолета с полностью электрифицированным оборудованием», имеющей существенное значение для повышения энергетической эффективности, управляемости, надежности, и безопасности систем генерирования электрической энергии на летательных аппаратах на основе трехкаскадных синхронных генераторов.



Диссертация основывается на достаточном объеме исходных данных. Основные положения диссертации изложены в 32-х печатных работах, включая 5 в журналах из перечня ВАК, 15-ти работах, входящих в международную систему цитирования Scopus и WoS, а также трех патентах на изобретения. Автореферат соответствует основному содержанию диссертационной работы. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, а ее автор Жарков Максим Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

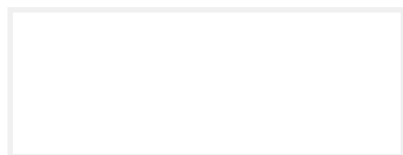
#### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

профессор Инженерной школы энергетики

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет» (НИ ТПУ),

доктор технических наук (специальность – 05.09.03), профессор



Гарганеев Александр Георгиевич

23 ноября 2021 года

634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, д. 30

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет»

Тел. +7 (3822) 60-63-33, +7 (913) 107-35-28.

e-mail: garganeev@rambler.ru

Подпись Гарганеева А.

Ученый секретарь НИ



*Отзыв получен 06.12.2021  
Муж / Дядю М.А.*

*С отзывом  
ознакомлен  
06.12.21г.*

*Жарков М.А.*