

# ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента **О.В. Крюкова**

о диссертационной работе Жеребцова Андрея Леонидовича

«Повышение эффективности синхронного электропривода газоперекачивающих станций в постфорсировочных режимах работы», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

## **1. Общая направленность работы**

Диссертационная работа А.Л. Жеребцова посвящена теоретическим и практическим аспектам обеспечения работоспособности и устойчивости основных технологических установок транспорта природного газа – электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА). Суммарная установленная мощность 700 синхронных машин в парке ЭГПА ПАО «Газпром» составляет сегодня более 6000 МВт, что определяет общую энергоэффективность и надежность функционирования всей Единой системы газоснабжения России и стабильность экспортных поставок природного газа.

## **2. Актуальность темы диссертации**

В штатном режиме работы все эксплуатируемые сегодня на компрессорных станциях синхронные машины мегаваттного класса ЭГПА за более чем 50-летнюю историю проявили себя высоконадежными установками с подтвержденным ресурсом функционирования более 35 лет. В этом они выгодно отличаются от газотурбинного и газопоршневого энергопривода. Однако наличие внешних возмущающих воздействий детерминированного и стохастического характера (провалы напряжения в питающей сети, броски нагрузки из-за переключений и пусков в газотранспортной системе) приводит к потере устойчивости, выпадению из синхронизма и аварийным остановкам ЭГПА. В этой связи поиск новых аппаратных и алгоритмических средств, обеспечивающих адаптацию ЭГПА к подобным возмущениям с гарантированным положительным результатом, представляет злободневную научно-техническую проблему. Поэтому тему диссертации Жеребцова А.Л., безусловно, можно квалифицировать как актуальную.

## **3. Основные научные положения диссертации**

Во-первых, автор предлагает математическую модель электротехнической системы компрессорного цеха с мощными синхронными двигателями для исследования постфорсировочных режимов работы ЭГПА. В отличие от существующих моделей в системе реализована структура электроснабжения на базе ЗРУ 10 кВ с двумя парами машин для учета взаимовлияния их режимов работы.

Во-вторых, обосновывается необходимость введения нового способа управления током возбуждения системы АРВ, позволяющего повысить устойчивость работы синхронных машин в

постфорсировочных режимах работы ЭГПА. При этом структура трехконтурной системы автоматического регулирования тока возбуждения четко контролирует основные параметры работы электропривода.

В-третьих, предложенный алгоритм эффективного управления системой автоматического регулирования возбуждения синхронного двигателя позволяет исключить эффект перерегулирования тока возбуждения при выходе из режима форсировки и предотвратить выпадение машины из синхронизма.

#### **4. Новизна и достоверность основных положений диссертации и полученных результатов**

Достоверность научных положений и выводов диссертационной работы не вызывает сомнений и подтверждается сходимостью полученных результатов с экспериментальными данными и результатами работ других авторов, а также корректным применением методов и обсуждением результатов на международных научных мероприятиях.

В то же время, полученные результаты обладают научной новизной, поскольку:

- разработанная математическая модель электротехнической системы компрессорного цеха с мощными электроприводами на базе СД в программном комплексе Matlab позволяет проводить количественный анализ результатов расчета с воспроизведением постфорсировочных режимов работы ЭГПА;

- предложенный автором способ управления током возбуждения системы АРВ СД позволяет повысить устойчивость работы ЭГПА в постфорсировочных режимах и исключить нарушения технологического процесса транспорта газа;

- разработанный алгоритм эффективного управления системой возбуждения синхронного двигателя позволяет исключить эффект перерегулирования тока АРВ СД при выходе из режима форсировки и предотвратить выпадение его из синхронизма.

#### **5. Значимость результатов для науки и практики**

Изложенные в диссертационном исследовании положения направлены на совершенствования технических средств и методов обеспечения длительной безаварийной работы синхронных машин в электроприводных газоперекачивающих агрегатах при наличии различных внешних возмущающих воздействий. Подобный опыт автора можно распространить на СД, работающие на нефтеперекачивающих станциях и других энергетических объектах ТЭК:

- практически полное устранение нарушений технологического процесса за счет использования способа управления АРВ СД (патент на изобретение № 2658741 от 22.06.18г.);

- повышение устойчивости работы мощных СД в постфорсировочных режимах (с 2017г. отсутствуют факты выхода СД из синхронизма);

- минимизация потерь мощности в СД и внешней системе электроснабжения при поддержании коэффициента мощности во всех режимах равным 1;

- улучшение экологической обстановки за счет снижения выбросов при срабатывании газа.

#### **6. Основные замечания и рекомендации к диссертационной работе**

1. Во введении автор пишет о статистике 117 аварийных остановов ЭГПА за 8 лет (стр. 7) и 79 с 2011-16 гг (стр.14). Однако ни конкретных параметров, ни условий возникновения и обработки данных по этим процессам в диссертации нет. Это не позволяет выработать всех адекватных мер по борьбе с порождающими их причинами.

2. Во введении не понятно упоминание автором систем Г-Д и ТП-Д (стр. 10), которые никогда не использовались для ЭГПА. Вместе с тем, в тексте не в полной мере отражены другие типы и зарубежный опыт применения новых ЭГПА.

3. В названии и цели диссертации заявлено «Повышение эффективности...». Однако в соответствии с содержанием основной акцент сделан на повышении устойчивости и надежности работы ЭГПА средствами системы возбуждения.

4. Математическая модель ЭГПА, разработанная автором в среде Matlab, не учитывает особенности высоковольтной двухполюсной синхронной машины типа СТД (демферные, компенсационные обмотки и пр.), которые влияют на физику работы привода.

5. Редакционные замечания. На рис. 1.1 (стр. 18), рис. 1.2 (стр. 19), рис. 2.3 (стр. 49), рис. 2.8 (стр. 71) обозначены не по ГОСТ элементы схем и их названия; характеристика на рис. 2.6 (стр.68) не является рабочей для СД и нет единиц измерения по осям.

Рекомендации: предлагается в дальнейшем систематизировать базу данных по остановам ЭГПА на основе статистических методов и метода теории планирования эксперимента для распространения положительного опыта и реализации технических средств повышения надежности работы и уровня устойчивости агрегатов в других эксплуатационных организациях ПАО «Газпром».

Следует отметить, что указанные замечания не снижают научной и практической ценности кандидатской диссертации А.Л. Жеребцова и не влияют на ее положительную оценку.

#### **7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»**

Считаю, что диссертационная работа Жеребцова Андрея Леонидовича «Повышение эффективности синхронного электропривода газоперекачивающих станций в постфорсировочных режимах работы» выполнена на высоком научно-техническом уровне, позволяя усовершенствовать основные технологические установки транспорта газа и повысить надежность их работы. По мнению оппонента, это исследование представляет большой интерес для специалистов проектных и

эксплуатационных газотранспортных организаций и поэтому оно привлечет к себе внимание инженеров и научно-технических работников топливно-энергетического комплекса.

Представленная диссертация является законченным научно-квалификационным исследованием, соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Жеребцов Андрей Леонидович заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент, главный научный сотрудник Корпоративного научно-технического центра коррозионного мониторинга и защиты от коррозии ООО «Газпром ВНИИГАЗ», доцент, доктор технических наук (05.09.03)



  
Крюков Олег Викторович

Электронный адрес: [o\\_kryukov@gwise.vniigaz.gazprom.ru](mailto:o_kryukov@gwise.vniigaz.gazprom.ru)

Адрес: 142717, РФ, Московская обл., Ленинский р-н, пос. Развилка, Проектируемый проезд №5537, вл. 15, стр. 1.

Тел. +7 (498) 657-46-88 (24-76).

Подпись Крюкова Олега Викторовича заверяю:

Подпись		заверяю
Глав. спец. ОДОУ	 (подпись)	
« 11 »	11	

