

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета ДС.ТПУ.10 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по предварительному рассмотрению диссертации Ракова Ивана Витальевича «Методика оценивания параметров и переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности – 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы

« 11 » 03 2024 г.

Комиссия диссертационного совета ДС.ТПУ.10 в составе:

председатель – д.т.н., профессор, профессор ОЭЭ ИШЭ НИ ТПУ

Гарганеев А.Г.;

член комиссии – д.т.н., профессор, профессор ОЭЭ ИШЭ НИ ТПУ

Лукутин Б.В.;

член комиссии – к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ НИ ТПУ

Никитин Д.С.;

член комиссии – д.т.н., профессор, профессор ОЭЭ ИШЭ НИ ТПУ

Ушаков В.Я.;

член комиссии – д.т.н., доцент, профессор ОЭЭ ИШЭ НИ ТПУ

Шилин А.А.

рассмотрела диссертационную работу Ракова Ивана Витальевича на тему «Методика оценивания параметров и переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности», выполненную в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ).

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 124 наименований. Объем диссертации составляет 143 страницы, включая 50 рисунков и 41 таблицу.

Комиссия провела проверку и установила идентичность текста диссертации, представленной в диссертационный совет на бумажном носителе, тексту диссертации в электронном варианте в формате .pdf. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Комиссия, предварительно рассмотрев диссертацию Ракова Ивана Витальевича на тему: «Методика оценивания параметров и переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности», пришла к выводу о соответствии указанной диссертации требованиям п.п. 2.1-2.5 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 28 декабря 2021 г. № 362-1/од.

1. Соответствие темы и содержания диссертации научной специальности и отрасли науки

Исследование, представленное в диссертации, посвящено разработке и настройке наблюдателя полного порядка (НПП) для создания предпосылок к реализации бездатчиковой векторной системы управления погружным электродвигателем (ПЭД) в составе установки электроцентробежного насоса (УЭЦН). Необходимость реализации векторной системы управления ПЭД обусловлена тем, что в Российской Федерации увеличивается количество добывающих скважин, работающих в режиме циклической эксплуатации (ЦЭС). Режим ЦЭС позволяет снизить энергопотребление УЭЦН и увеличить количество

добываемой нефти, однако при этом происходит существенное снижение среднего срока наработки на отказ подземной компоновки УЭЦН в следствие увеличения амплитуды крутильных колебаний насосно-компрессорных труб при интенсивном разгоне ПЭД до установившейся скорости.

Диссертация содержит новые технические решения, позволяющие:

- обеспечить адекватную оценку параметров схемы замещения электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» в сборе;
- повысить точность отображения процессов, происходящих в кабельной линии, используя математическую модель с сосредоточенными параметрами;
- произвести настройку масштабирующих коэффициентов НПП, обеспечивающую параметрическую робастность НПП в диапазоне изменения параметров $\pm 10\%$ от номинального значения.

Цель диссертационной работы заключается в разработке НПП вектора переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» и исследовании его работоспособности при отработке внешних воздействий.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие задачи:

- разработана методика оценивания параметров электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности;
- разработан НПП вектора переменных состояния и методика настройки масштабирующих коэффициентов наблюдателя вектора переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» для обеспечения параметрической робастности;
- произведена апробация функционирования методики оценивания параметров и вектора переменных состояния электротехнического комплекса

«Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на полунатурной экспериментальной установке.

На основании вышеизложенного выносится заключение о том, что название диссертации, её цель и задачи содержат ключевые понятия и слова из паспорта заявленной научной специальности. Также определено, что тема и содержание представленной соискателем диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности – 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы по направлению исследований 3 и 4.

Соответствие направлению исследований 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления» обосновывается тем, что в работе представлена разработка отдельных компонентов системы управления асинхронным электродвигателем, подключенного к источнику питания через кабельную линию. В частности, уточнена настраиваемая математическая модель электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель», лежащая в основе НПП вектора переменных состояния, а также представлена новая методика настройки масштабирующих коэффициентов НПП и методика оценивания параметров схемы замещения исследуемого комплекса на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности.

Соответствие направлению исследований 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов» обосновывается тем, что автором исследована работоспособность разработанного и настроенного НПП на полунатурном экспериментальном стенде в различных режимах (пуск под нагрузкой, наброс дополнительной нагрузки, сброс дополнительной нагрузки, реверс, останов). Также выполнен полный факторный эксперимент, в котором исследуется влияние изменения каждого параметра

схемы замещения на ошибку оценивания угловой скорости вращения вала асинхронного двигателя в составе исследуемого комплекса.

2. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени, и выполнение требований публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами 2.3 и 2.4 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ

Результаты выполненных исследований отражены в 10 печатных работах, которые включают в себя 3 статьи в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных Scopus и (или) Web of Science, 3 публикации в журналах, рекомендованных перечнем ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 1 программа для ЭВМ, 3 тезиса докладов в материалах конференций различного уровня.

По представленному библиографическому списку и перечню собственных публикаций автора можно сделать заключение о том, что положения, выносимые на защиту, достаточно полно изложены в опубликованных соискателем работах и апробированы на научных конференциях. Требования к публикации основных результатов диссертационного исследования выполнены полностью.

В диссертации информация представлена логично и структурировано, она обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты в области развития теории оценивания параметров схемы замещения электротехнических комплексов и настройке НПП. Работа имеет прикладной характер и содержит сведения о практическом использовании полученных научных результатов. Текст диссертации оригинален и полностью написан автором. В материалах диссертации и автореферате не содержится сведений ограниченного распространения, работа может быть опубликована в открытой печати.

3. Выполнение соискателем пункта 2.5 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ

Анализ текстов диссертации, публикаций соискателя и списка использованных источников позволяет сделать вывод, что в диссертации заимствованные материалы и отдельные результаты приводятся со ссылками на источники заимствования или их соавторов.

Требования п. 2.5 (ссылаться на автора (авторов) и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени обязан отметить в диссертации это обстоятельство) полностью соблюдены.

Ссылки на библиографические источники, включая собственные публикации автора, оформлены в соответствии с требованиями стандарта, а библиографический список характеризует серьезную глубину изучения автором рассматриваемого в работе научного направления.

4. Основные публикации, раскрывающие положения, выносимые на защиту

4.1. Методика оценивания параметров электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности.

Раков И.В. Экспериментальное исследование работоспособности методики адаптивной идентификации электрических параметров асинхронной машины с разомкнутой обмоткой ротора в установившемся режиме на основе баланса мощностей // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2022. – Т. 18, № 1. – С. 63-76.

Раков И.В. Динамическая идентификация параметров схемы замещения асинхронного двигателя на основе баланса мгновенной полной мощности в

установившемся режиме // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 24-48.

Раков И.В. Методика оценивания параметров электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса потребляемой мощности // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2023. – Т. 19, № 3. – С. 101-117.

С.С. Шубин, В.У. Ямалиев, А.С. Глазырин, Д.С. Буньков, С.Н. Кладиев, **И.В. Раков**, Е.В. Боловин, В.З. Ковалев, Р.Н. Хамитов / Определение параметров схемы замещения погружного электродвигателя на основании данных испытаний // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 1. – С. 204-214.

Раков И.В. Генетический алгоритм в задаче оценивания параметров асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности // Актуальные вопросы энергетики. – 2023. – Т. 5, № 1. – С. 45-52.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023689113. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Программа для ЭВМ для оценивания параметров схемы замещения электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» / **Раков И.В.** Дата регистрации: 26 декабря 2023 года.

4.2. Структура наблюдателя полного порядка вектора переменных состояний электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель»;

И.В. Раков, А.С. Глазырин, С.Н. Кладиев / Разработка и настройка наблюдателя полного порядка для электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334, № 10. – С. 219-231.

А.С. Глазырин, Ю.Н. Исаев, С.Н. Кладиев, А.П. Леонов, **И.В. Раков**, С.В. Колесников, С.В. Ланграф, А.А. Филипас, В.А. Копырин, Р.Н. Хамитов, В.З.

Ковалев / Оптимизация порядка редуцированной динамической модели ненагруженного нефтепогружного кабеля на основе аппроксимации амплитудно-частотной характеристики // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 9. – С. 154-167.

4.3. Методика настройки масштабирующих коэффициентов наблюдателя полного порядка вектора переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности для обеспечения повышенной параметрической робастности;

И.В. Раков, А.С. Глазырин, С.Н. Кладиев / Разработка и настройка наблюдателя полного порядка для электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334, № 10. – С. 219-231.

Раков И.В., Сунцов В.О. Генетический алгоритм в задаче настройки наблюдателя вектора переменных состояния двигателя постоянного тока с пропорциональным принципом компенсации невязки по току // Современные проблемы машиностроения: Сборник трудов XV Международной научно-технической конференции, Томск, 22 – 25 ноября 2022, С. 67-69.

Раков И.В. Разработка наблюдателя Люенбергера полного порядка вектора переменных состояния участка кабельной линии с повышенной параметрической робастностью // Актуальные вопросы энергетики. – 2023. – Т. 5, № 1. – С. 45-52.

Экспертная комиссия рекомендует дополнительных членов совета по защите диссертации Ракова Ивана Витальевича:

– Однокопылова Георгия Ивановича, доктора технических наук, профессора Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

– Обухова Сергея Геннадьевича, доцента, доктора технических наук, профессора Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Экспертная комиссия рекомендует официальных оппонентов по защите диссертации Ракова Ивана Витальевича:

– Хакимьянова Марата Ильгизовича, доцента, доктора технических наук, заведующего кафедрой электроэнергетики и электрооборудования предприятий ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа.

– Носа Олега Викторовича, доцента, доктора технических наук, профессора кафедры проектирования технологических машин ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

Заключение

Тема и содержание диссертационной работы Ракова Ивана Витальевича «Методика оценивания параметров и переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности» соответствуют научной специальности – 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы. Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Выполнены требования к публикациям основных научных результатов диссертационной работы, предусмотренные пунктами 2.3 и 2.4 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 28 декабря 2021 г. № 362-1/од. В диссертации отсутствуют материалы, заимствованные без ссылки на авторов и источники заимствования; результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

На основании вышеизложенного комиссия считает возможным принять диссертацию Ракова Ивана Витальевича «Методика оценивания параметров и переменных состояния электротехнического комплекса «Кабельная линия – Асинхронный двигатель» на основе баланса мгновенной полной потребляемой мощности» к защите в совете ДС.ТПУ.10 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности – 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы.

Председатель комиссии:

Гарганеев Александр Георгиевич, профессор, д.т.н.,
профессор Отделения электроэнергетики и электротехники
Инженерной школы энергетики


(подпись)

Члены комиссии:

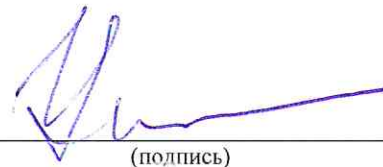
Лукутин Борис Владимирович, профессор, д.т.н.,
профессор Отделения электроэнергетики и электротехники
Инженерной школы энергетики


(подпись)

Никитин Дмитрий Сергеевич, к.т.н.,
доцент Отделения электроэнергетики и электротехники
Инженерной школы энергетики


(подпись)

Ушаков Василий Яковлевич, профессор, д.т.н.,
профессор Отделения электроэнергетики и электротехники
Инженерной школы энергетики


(подпись)

Шилин Александр Анатольевич, доцент, д.т.н.,
профессор Отделения электроэнергетики и электротехники
Инженерной школы энергетики


(подпись)