

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УРФУ 05.01.02
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК**

от «17» июня 2020 г. № 6

о присуждении Метелькову Владимиру Павловичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Развитие теории и разработка методов оценки теплового состояния электродвигателей при проектировании и эксплуатации асинхронных электроприводов» по специальностям 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты и 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы принята к защите диссертационным советом УрФУ 05 февраля 2020 г. протокол № 3.

Соискатель, Метельков Владимир Павлович, 1957 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование взаимосвязей и оптимизация параметров электромеханических узлов электроприводов циклического действия» защитил в 1990 г. в диссертационном совете, созданном в Уральском политехническом институте им. С. М. Кирова;

работает в должности доцента кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, доцент, Зюзев Анатолий Михайлович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический

институт, кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок», профессор.

Официальные оппоненты:

Сарваров Анвар Сабулханович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, кафедра «Автоматизированный электропривод и мехатроника», профессор;

Анучин Алексей Сергеевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, кафедра «Автоматизированный электропривод», заведующий кафедрой;

Захаров Алексей Вадимович, доктор технических наук, ООО «Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт электромашиностроения», г. Владимир, конструкторско-исследовательский отдел, начальник отдела

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 69 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 69 работ, из них 31 статья, опубликованная в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, включая 11 статей – в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus; 3 патента Российской Федерации на полезные модели, 7 свидетельств о госрегистрации программ для ЭВМ. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 19,43 п.л., авторский вклад – 11,23 п.л.

Список основных публикаций по теме диссертации:

статьи в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ

1. Метельков, В.П. Теоретические аспекты построения термодинамических моделей электродвигателей / В.П. Метельков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 82–89. (0,47 п. л. / 0,47 п. л.).

2. Metelkov, V.P. Toward the evaluation of the influence of temperature fluctuations on the durability of the stator winding insulation of asynchronous motors in random mode loading / I.Ya. Braslavsky, V.P. Metelkov, D.V. Esaulkova, A.V. Kostylev, K.A. Kondakov // 2016 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM 2016). – Anacapri, Italy, 22-24 June 2016. – 7525821. – Pp. 447–451. 0,37 п. л. / 0,20 п. л. (Scopus).

3. Metelkov, V.P. Research of the start-up modes of multi-stage blower asynchronous drive / A.M. Ziuzev, V.P. Metelkov // Conf. Proc. 2016 9th International Conference on Power Drives Systems (ICPDS 2016). – Perm, Russia, 3–7 Oct. 2016. –7756738. – Pp 1–5. 0,34 п. л. / 0,20 п. л. (Scopus).

4. Метельков, В.П. Аналитический метод оценки нагрева обмотки ротора высоковольтных асинхронных двигателей в пусковых режимах / А.М. Зюзов, В.П. Метельков // Электротехнические системы и комплексы. – 2017. – № 1 (34). – С. 60–67. (0,55 п. л. / 0,30 п. л.).

5. Metelkov, V.P. On an estimate of the rotor winding temperature at start-up of high-voltage induction motor / A.M. Ziuzev, V.P. Metelkov // Proc. 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM 2017). – Saint-Petersburg, Russia, 16–19 May 2017. – 8076308. 0,55 п. л. / 0,30 п. л. (Scopus).

6. Метельков, В.П. Двухканальная термодинамическая модель асинхронного двигателя для систем тепловой защиты / А.М. Зюзов, В.П. Метельков // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 2 (39). – С. 4-11. (0,52 п. л. / 0,30 п. л.).

7. Метельков, В.П. Оценка влияния колебаний нагрузки на ресурс изоляции асинхронных двигателей / И.Я. Браславский, В.П. Метельков, Д.В. Есаулкова, А.В. Костылев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2018. – Т. 18– № 3. – С. 81–87. (0,30 п. л. / 0,15 п. л.).

8. Metelkov, V.P. Simplified method of taking into account temperature

fluctuations influence on durability of induction motors stator winding insulation / I.Ya. Braslavsky, V.P. Metelkov, D.V. Esaulkova, A.V. Kostylev // Proc. 2018 17th International Ural Conference on AC Electric Drives, ACED 2018. Ekaterinburg, Russia, April 2018. – Pp. 1–4. 0,29 п. л. / 0,15 п. л. (Scopus).

9. Metelkov, V.P. Method for monitoring the condition of the motor winding insulation / V.P. Metelkov, M.Yu. Borodin, K.A. Kondakov, K.E. Nesterov // Proc. 2018 17th International Ural Conference on AC Electric Drives, ACED 2018. Ekaterinburg, Russia, April 2018. – Pp. 1–5. 0,28 п. л. / 0,15 п. л. (Scopus).

10. Метельков, В.П. О проблеме перегрева обмотки ротора асинхронных двигателей в пусковых режимах высокоинерционных электроприводов нефтегазовой и горной промышленности / А.М. Зюзев, В.П. Метельков // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 7. – С. 96–103. 0,48 п. л. / 0,24 п. л. (Scopus).

11. Метельков, В.П. О возможности использования токов утечки для оценки состояния изоляции асинхронного двигателя / В.П. Метельков, М.Ю. Бородин, К.А. Кондаков, К.Е. Нестеров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 67–74. (0,14 п. л. / 0,07 п. л.).

12. Метельков, В.П. Система оценки остаточного ресурса изоляции обмотки асинхронного двигателя на основе емкостных токов утечки / В.П. Метельков, А.М. Зюзев, И.В. Черных // Электротехнические системы и комплексы. – 2019. – № 1(42). – С. 53–58. (0,40 п. л. / 0,30 п. л.).

Патенты и свидетельства о госрегистрации программ для ЭВМ:

13. Свид. о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015661800. Рос. Федерация. Термодинамическая модель асинхронного двигателя с учетом температурного изменения параметров / А.М. Зюзев, В.П. Метельков; патентообладатель ФГАО ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». – № 2015618602; заявл. 17.09.2015; зарегистр. 09.11.2015 г.

14. Свид. о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015663156. Рос. Федерация. Модель асинхронного электропривода с тиристорным преобразователем напряжения в Matlab/Simulink / А.М. Зюзев, А.В. Костылев, В.П. Метельков, Д.П. Степанюк; патентообладатель ФГАО ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». – № 2015660167; заявл. 27.10.2015; зарегистр. 11.12.2015 г.

15. Свид. о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018614391. Термодинамическая модель асинхронного двигателя с радиальными каналами для исследования пусковых режимов (TDM-AM) / В.П. Метельков, А.М. Зюзев; патентообладатель ФГАО ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». – № 2018614391; заявл. 03.05.2018; зарегистр. 20.06.2018 г.

16. Пат. на полезную модель № 96565 РФ, МПК В65G 23/44 (2006.01). Ленточный конвейер / Я.Л. Либерман, В.П. Метельков; патентообладатель ФГАО ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». – № 2009147425/22, заявл. 21.12.2009; опубл. 10.08.2010, бюл. № 22.

17. Пат. на полезную модель № 96564 РФ, МПК В65G 15/28 (2006.01). Ленточный конвейер / Я.Л. Либерман, В.П. Метельков; патентообладатель ФГАО ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». – № 2009147427/22, заявл. 21.12.2009; опубл. 10.08.2010, бюл. № 22.

18. Пат. на полезную модель № 97721 РФ, МПК В65G 23/44 (2006.01). Конвейер / Я.Л. Либерман, В.П. Метельков; патентообладатель ФГАО ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». – № 2009147433/11, заявл. 21.12.2009; опубл. 20.09.2010, бюл. № 26.

На автореферат поступили отзывы:

1. Брейдо Иосифа Вульфовича, доктора технических наук, заведующего кафедрой автоматизации производственных процессов Карагандинского государственного технического университета, Казахстан, г. Караганда. Содержит замечания, связанные с характером влияния ШИМ-преобразователей частоты на тепловые режимы двигателей.

2. Верещагина Владимира Петровича, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника, и Портного Юрия Теодоровича, кандидата технических наук, доцента, главного специалиста АО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы имени А.Г. Иосифьяна», г. Москва. Содержит замечания, связанные с алгоритмами мониторинга теплового состояния двигателя и мониторинга состояния изоляции на основе регистрации емкостных токов утечки.

3. Глазырина Александра Савельевича, доктора технических наук, доцента, доцента отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, и Лукутина Бориса Владимировича, доктора технических наук, профессора, профессора отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск. Содержит замечание, связанное с применением наработок соискателя для мониторинга теплового состояния погружных электродвигателей УЭЦН.

4. Ершова Михаила Сергеевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры теоретической электротехники и электрификации нефтяной и газовой промышленности ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, г. Москва. Содержит замечания, связанные с термином «тепловое состояние», широко используемым в диссертационной работе.

5. Крюкова Олега Викторовича, доктора технических наук, доцента, главного научного сотрудника Лаборатории предиктивного моделирования

поврежденности линейно-протяженных и площадных объектов ЕСГ Корпоративного научно-технического центра коррозионного мониторинга и защиты от коррозии ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Московская обл., Ленинский р-н, пос. Развилка. Содержит замечания, связанные с точностью отображения математическими моделями результатов, получаемых экспериментальным путем.

6. Хакимьянова Марата Ильгизовича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электротехника и электрооборудование предприятий», и Шабанова Виталия Алексеевича, кандидата технических наук, доцента, профессора кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа. Содержит замечания, связанные с получением экспериментальных результатов с использованием термопар и шкалой экспериментальных графиков нагрева.

7. Ковалева Владимира Захаровича, доктора технических наук, профессора, профессора Института нефти и газа ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», г. Ханты-Мансийск. Содержит замечания, связанные с учетом специфики решения обобщенной термодинамической модели, требующей применения проблемно-ориентированных численных методов.

8. Кавалерова Бориса Владимировича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электротехника и электромеханика», и Шутемова Сергей Владимировича, кандидата технических наук, доцента кафедры «Электротехника и электромеханика» ФГБОУ ВО «Пермский национального исследовательского политехнического университет», г. Пермь. Содержит замечания, связанные с учетом нелинейности параметров термодинамической модели и использованием таких моделей для расчета изменения остаточного ресурса изоляции в алгоритмах тепловой защиты.

9. Хватова Олега Станиславовича, доктора технических наук, профессора кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика», и

Дарьенкова Андрея Борисовича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электрооборудование, электропривод и автоматика» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород. Содержит замечания, связанные с расчетными и экспериментальными кривыми нагрева электродвигателя, а также вопрос относительно диапазона мощностей асинхронных электродвигателей, для которого применимы разработанные методики и предложения.

10. Хомутова Станислава Олеговича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул. Содержит замечания, касающиеся использования теоремы Гершгорина и различия чисел обусловленности для термодинамических моделей, имеющих разное число узлов, а также замечание, касающееся параметров импульсов, используемых для регистрации емкостных токов утечки.

11. Хамитова Рустама Нуримановича, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Электрическая техника» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск. Содержит замечания, касающиеся проблемы жесткости системы уравнений обобщенной термодинамической модели электрической машины и способа учета данных о наработке двигателя при различных режимах.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью и широкой известностью в области электропривода и электрических машин, что подтверждается публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании

выполненных автором исследований решена научная проблема, связанная с обеспечением работоспособности и повышением надежности функционирования электроприводов с асинхронными двигателями, имеющая важное хозяйственное значение для электротехнической отрасли страны.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку, наиболее значимые из которых:

– предложены варианты построения термодинамических моделей асинхронных двигателей, которые дают возможность упростить и расширить их использование для построения систем защиты и мониторинга теплового состояния асинхронных двигателей;

– предложен подход к эквивалентированию тепловых режимов по расходу термического ресурса изоляции, который позволяет избежать на этапе проектирования электропривода неоправданного завышения мощности двигателя при обеспечении отработки им нормативного срока службы;

– предложены варианты систем защиты и мониторинга теплового состояния электродвигателя, которые дают возможность обеспечить более надежный контроль его теплового состояния электродвигателя в ходе эксплуатации электропривода, позволяя снизить вероятность преждевременного выхода его из строя;

– разработан подход к мониторингу и прогнозированию состояния изоляции обмотки электродвигателя на основе использования информации о емкостных токах утечки, который позволяет осуществлять прогнозирование вероятного срока службы изоляции обмотки при организации обслуживания электропривода по состоянию, а также при реализации концепции проактивного обслуживания;

– предложены методы оценки теплового состояния обмоток асинхронных двигателей в пусковых режимах, которые дают возможность при проектировании электроприводов избежать таких вариантов компоновки

