

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д212.217.04, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук,

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 декабря 2020 г. № 17

О присуждении Филиппову Василию Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности электромагнитных магнитожидкостных сепараторов немагнитных материалов» по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты» принята к защите 19 октября 2020 года (протокол № 11) диссертационным советом Д 212.217.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Минобрнауки России, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказ №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Филиппов Василий Александрович 1986 года рождения, в 2009 г. окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, Минобрнауки РФ, в 2014 году - очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Работает старшим преподавателем кафедры «Электромеханика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново.

Диссертация выполнена на кафедре «Электромеханика» в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – д.т.н., проф., зав. кафедрой «Электромеханика» Казаков Юрий Борисович, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново.

Официальные оппоненты:

1. Коняев Андрей Юрьевич – д.т.н., проф., проф. кафедры «Электротехника и электротехнологические системы», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург;

2. Рандин Дмитрий Геннадьевич – к.т.н., доц., доц. кафедры «Электромеханика и автомобильное электрооборудование», ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский универ-

ситет "МЭИ", г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном к.т.н., доц., и.о. зав. каф. «Электромеханика, электрические и электронные аппараты» Ширинским Сергеем Владимировичем и утвержденном проректором по научной работе д.т.н. Драгуновым В.К., указала, что диссертационное исследование представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной задачи повышения эффективности электромагнитных магнитожидкостных сепараторов немагнитных материалов путем совершенствования конструкции, разработки и применения уточненных моделей, методик расчетов и проектирования. Филиппов В.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

Основное содержание диссертационной работы отражено в 22 печатных работах, из них в рецензируемых научных изданиях – 4, в БД Scopus – 1, 1 патент, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Казаков, Ю.Б. Моделирование и исследование электротехнической системы регулируемой сепарации немагнитных материалов с использованием нанодисперсных магнитных жидкостей / Ю.Б. Казаков, Ю.И. Страдомский, **В.А. Филиппов** // Вестник ИГЭУ. – № 2, 2011. – С. 54-57. [авторский вклад 0,17 п.л.]

2. Казаков, Ю.Б. Механика сепарации частиц из концентрированной взвеси при неоднородной массовой силе / Ю.Б. Казаков, В.Е. Мизонов, Е.А. Баранцева, **В.А. Филиппов** // Вестник ИГЭУ - № 3, 2011. – С. 17-19. [авторский вклад 0,094 п.л.]

3. Казаков, Ю.Б. Анализ движения немагнитных частиц в нанодисперсной магнитной жидкости гидростатического сепаратора / Ю.Б. Казаков, Ю.И. Страдомский, **В.А. Филиппов** // Перспективные материалы. – 2010. № 11. Ч.1 – С. 220-228. [авторский вклад 0,375 п.л.]

4. Казаков, Ю.Б. Численное моделирование процессов в нанодисперсных магнитожидкостных системах / Ю.Б. Казаков, Ю.И. Страдомский, **В.А. Филиппов** // Перспективные материалы. – 2008, №6. ч.1. – с. 459 – 463. [авторский вклад 0,208 п.л.]

5. Мизонов, В.Е. Нелинейная ячеистая модель осаждения частиц в концентрированной суспензии / В.Е. Мизонов, Ю.Б. Казаков, Е.А. Баранцева, **В.А. Филиппов** // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология - 2011. - Т.54. - Вып.12. - С. 104-106. [авторский вклад 0,094 п.л.]

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ведущей организации ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва. Наиболее существенные замечания - автор ограничился моделированием магнитных полей в электро-

магнитном магнитожидкостном сепараторе только в плоскопараллельной постановке; моделирование траектории движения немагнитных частиц в сепараторе представлено только для частиц сферической формы;

2. официального оппонента, д.т.н., проф. Коняева А.Ю. Замечания - при исследованиях не учтена сила поверхностного натяжения магнитной жидкости; отсутствуют оценки влияния свойств разных марок магнитной жидкости на процесс сепарации;

3. официального оппонента, к.т.н., доцента Рандина Д.Г. Наиболее существенные замечания связаны с отсутствием энергетических оценок магнитожидкостного способа сепарации и ограничением исследований только статической сепарации;

4. д.т.н., проф., зав. каф. «Электромеханика и электрические аппараты» Павленко А.В., ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова», г. Новочеркасск. Замечание - отсутствует обоснования допущений при расчете магнитного поля сепаратора в двухмерной постановке, относительно размеров немагнитного элемента в направлении оси Z;

5. д.т.н., проф., зав. кафедрой Шевченко А.Ф., к.т.н., доц. Топоркова Д.М. и к.т.н., доц. Вяльцева Г.Б., каф. «Электромеханика» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Наиболее существенные замечания связаны с количественными оценками содержания цветных металлов в промышленных отходах, расхода магнитной жидкости при сепарации, влияния ферромагнитных частиц, попадающих в зону сепарации;

6. к.т.н., зав. каф. Фоминых А.А. и к.т.н., доц. Шестакова А.В., каф. «Электрические машины и аппараты» ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров. Замечание - не ясно, как определялся коэффициент погружения частиц в магнитную жидкость;

7. д.т.н., проф., зам. ген. директора по научной работе Гечи В.Я. и д.т.н., доц., начальника отдела общих научно-технических исследований Захаренко А.Б., АО «НПК «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» им. А.Г. Иосифьяна», г. Москва. Наиболее существенное замечание связано с определением погрешности расчетов;

8. д.т.н., нач. конструкторско-исследовательского отдела Захарова А.В., к.т.н., нач. расчетно-теоретического сектора Кобелева А.С., ПАО «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт электромашиностроения», г. Владимир. Наиболее существенное замечание - отсутствие рекомендаций по выбору типа магнитных жидкостей для сепарации;

9. д.т.н., доц., зав. каф. Макарова В.Г. и к.т.н., доц. Цвенгера И.Г., каф. «Электропривод и электротехника» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский университет», г. Казань. Замечание - отсутствуют исследования влияния неоднородной

массы частиц с разными размерами и структурой на процесс сепарации;

10. д.т.н., доц., зав. каф. Саушева А.В. и д.т.н., проф. Самосейко В.Ф., каф. «Электропривод и электрооборудование береговых установок» ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург. Замечания связаны с точностью расчета силы сепарации и учете нелинейности магнитореологической характеристики магнитной жидкости;

11. к.т.н., доц., зав. каф. «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Доманова В.И., ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск. Наиболее существенным замечанием является отсутствие оценок энергопотребления и энергоэффективности сепарации;

12. д.ф.-м.н., проф., зав. каф. ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» Баштового В.Г. и д.физ.-мат. наук, доц., зав. НИЛ термомеханики магнитных жидкостей Рекса А.Г., Белорусский национальный технический университет, г. Минск. Замечание связано с использованием неудачной терминологии;

13. д.ф.-м.н., доц., зав. каф. теоретической и математической физики Закиняна А.Р., ФГАУО ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь. Замечания связаны с применимостью отдельных отношений только при определенных допущениях; нет оценки влияния ориентации дисковой частицы на силу сепарации;

14. д.т.н., проф., проф. каф. ЭАУТС Литвиненко А.М., ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический», г. Воронеж. Замечание связано с отсутствием учёта влияния температуры на процесс сепарации;

15. д.т.н., доц., проф. каф. «Промышленная электроника» Певчева В.П., ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти. Замечаний нет;

16. к.ф.-м.н., доц., декана естественно-научного факультета Ряполова П.А., ФГБОУ ВО «Юго-западный государственный университет», г. Курск. Наиболее существенное замечание - неясность учета размагничивающего фактора и учета поверхностного натяжения магнитной жидкости;

17. к.ф.-м.н., доц., зав. лаб. «Динамика дисперсных систем» Иванова А.С., «Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук», г. Пермь. Основное замечание связано с использованием неудачной терминологии;

18. д.т.н., доц., проф. кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Мугалимова Р.Г., ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. Основное замечание связано с отсутствием сведений об энергоёмкости исследуемого процесса сепарации и разработанного экспериментального варианта электромагнитного магнитождкостного сепаратора.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Филиппов В.А. заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их научной компетентностью и опытом работы в области анализа и синтеза электродинамических сепараторов и магнитожидкостных устройств.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны

- усовершенствованная методика расчета сил сепарации, действующих на немагнитные частицы в неоднородном магнитном поле электромагнитных магнитожидкостных сепараторов, отличающаяся учетом распределений магнитного поля и поля возникающего избыточного давления в сепараторе, плотности, размеров и формы сепарируемых частиц;

- математическая модель процесса разделения немагнитных частиц в электромагнитных магнитожидкостных сепараторах, отличающаяся расчетом траектории движения частиц в магнитной жидкости с учетом силы сепарации, вязкости магнитной жидкости, начальной скорости и плотности частицы;

предложена методика проектирования электромагнитных магнитожидкостных сепараторов, отличающаяся расчетом конфигурации полюсных наконечников, определением положения магнитной жидкости и действующих на частицы сил, нахождением скоростей и глубин погружения частиц, траекторий их движения, расчетом производительности сепаратора по тяжелой и легкой фракциям;

доказана перспективность применения предложенных автором мер по повышению точности сепарации немагнитных материалов и производительности электромагнитных магнитожидкостных сепараторов при разделении многофракционных смесей;

определены методом численного моделирования пределы изменения сил, действующих на частицы в электромагнитных магнитожидкостных сепараторах, при изменении формы и размера частиц, степени заполнения частицами зоны сепарации.

Новых понятий не вводилось.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказана корректность предложенных математических моделей процесса сепарации частиц немагнитных материалов в электромагнитных магнитожидкостных сепараторах;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы математического моделирования, компьютерного моделирования электромагнитных полей и полей избыточного давления в сепараторе;

изложены пути повышения точности разделения частиц немагнитных материалов

при разработке электромагнитных магнитожидкостных сепараторов, заключающиеся в уточненном расчете формы поверхности полюсов, обеспечивающих постоянство силы сепарации;

изучена взаимосвязь сил сепарации с размерами и формой разделяемых немагнитных частиц, заполнением магнитожидкостной зоны сепаратора немагнитными частицами, приводящему к перераспределению магнитного поля;

проведена модернизация существующих математических и компьютерных моделей электромагнитных магнитожидкостных сепараторов, обеспечивающая снижение погрешности при расчете процессов сепарации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены:

- усовершенствованная математическая модель и методика расчета магнитожидкостной сепарации немагнитных частиц использованы при выполнении гранта РФФИ №09-08-97575-р_центр_а «Разработка научных основ технологии сепарации немагнитных материалов с использованием нанодисперсных магнитных жидкостей» и проекта №2.1.2/11623 «Разработка методологии сепарации немагнитных металлов с применением магнитных жидкостей» программы Минобрнауки РФ «Развитие научного потенциала высшей школы»;

- математические модели, результаты исследования и усовершенствованная конструкция электромагнитного магнитожидкостного сепаратора в практику разработок ОАО «Вторцветмет», г. Иваново, что позволило повысить эффективность сепарации для многокомпонентных смесей с повышенной точностью разделения материалов;

определены перспективы практического использования результатов исследований при создании новых и модернизации работающих электромагнитных магнитожидкостных сепараторов немагнитных материалов, в части изменения поверхностей полюсных наконечников, применения усовершенствованной конструкции сепаратора для разделения многокомпонентных смесей частиц (Золотая медаль 41-го Женевского Международного Салона инноваций «INVENTIONS GENEVA»);

созданы опытный электромагнитный магнитожидкостный сепаратор и стенд, позволяющие проводить экспериментальные исследования процессов сепарации немагнитных материалов по плотности с изменяемой электромагнитным способом силой сепарации;

представлены рекомендации по дальнейшему внедрению результатов работы и повышению эффективности электромагнитных магнитожидкостных сепараторов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты получены с применением аттестованно

го оборудования лаборатории электромеханики Ивановского государственного энергетического университета (г. Иваново);

теория построена на проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуется с ними. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и полученных результатов базируется на строго доказанных и корректно использованных выводах математического анализа, сравнении результатов компьютерных расчетов и экспериментальных данных;

идея базируется на обобщении передового опыта российских и зарубежных ученых, работающих в области электромагнитной сепарации немагнитных материалов с использованием магнитных жидкостей;

использовано сравнение данных, полученных автором, и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и близкое количественное совпадение полученных автором результатов с результатами, полученными ранее другими учеными по рассматриваемой тематике, а также результатами численного моделирования;

использованы современные методы обработки информации, полученной в результате математического моделирования, численного расчета магнитного поля и поля избыточного давления в сепараторе, натурных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке математических моделей, методик расчетов и программ, совершенствовании электромагнитных магнитожидкостных сепараторов, обобщении, анализе и апробации результатов исследования.

На заседании 22 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Филиппову Василию Александровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты» за решение научной задачи, направленной на повышение эффективности электромагнитных магнитожидкостных сепараторов немагнитных материалов, имеющей важное значение для развития электромеханики.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение учёной степени - 17, против присуждения учёной степени - 0.

Председатель

диссертационного совета

Учёный секретарь

диссертационного совета

22 декабря 2020 г.



Стариков Александр Владимирович

Стрижакова Елена Владимировна