

ОТЗЫВ**официального оппонента на диссертацию**

Васильева Ивана Владимировича

на тему

«Совершенствование индукционного нагревательного комплекса для термообработки вязких жидкостей»

по специальности

05.09.10 – Электротехнология

на соискание ученой степени кандидата технических наук

На отзыв представлены:

1. Диссертационная работа «Совершенствование индукционного нагревательного комплекса для термообработки вязких жидкостей», содержащая введение, шесть глав, заключение. Текст диссертации написан на 139 страницах, в том числе 77 иллюстраций, 7 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы состоит из 133 наименований.

2. Автореферат диссертационной работы.

Диссертационная работа Васильева Ивана Владимировича посвящена рассмотрению проблемы улучшения массогабаритных показателей индукционного нагревательного комплекса для нагрева вязкой жидкости и решению задач создания математических моделей процесса нагрева движущейся нефти в системах «соленоидальный индуктор – труба – жидкость» и «трехфазный индуктор с вращающимся полем – труба – ротор – жидкость», а также разработки методики проектирования комплексной индукционной установки с функциями нагревателя и перемешивателя жидкости и методики синтеза алгоритмов управления стационарными процессами нагрева и перемешивания жидкости.

Получение научных теоретических и практических результатов, повышающих качество при решении задач расчета индукционных установок для косвенного подогрева термовязких жидкостей является важной научно-технической задачей, имеющей большое значение для народного хозяйства.

Актуальность темы исследования

Актуальность выбранной Васильевым И.В. темы не вызывает сомнений.

Повышение энергоэффективности процесса перекачки вязкой и высоковязкой нефти при её добыче и транспортировке достигается снижением вязкости нефти, поскольку при этом обеспечивается уменьшение нагрузки на насосы и их приводы. Практически все существующие методы снижения вязкости нефти основаны на тепловом воздействии, которое реализуется с помощью различных нагревательных систем.

Наиболее эффективными и безопасными нагревательными системами в этом случае являются электротермические системы, и прежде всего

индукционные нагревательные системы, работающие на промышленной и средне-повышенной частотах. Преимуществами применения таких систем являются возможность локального и попутного нагрева, высокие энергетические характеристики.

В настоящей работе задача повышения интенсивности теплообмена между источником тепла и нагреваемой жидкостью решена с помощью применения трехфазного индуктора с вращающимся магнитным полем, обеспечивающего перемешивание и подогрев жидкости в процессе её прохождения через нагревательную систему.

Тема диссертации представляет интерес для специалистов в области разработки, проектирования и эксплуатации индукционных нагревательных комплексов и может быть полезна широкому кругу специалистов в области электротехнологии.

В связи с этим тема диссертационной работы, посвященная созданию уточненных математических моделей взаимосвязанных электротепловых, гидравлических и электродинамических процессов, и на их базе разработке методики расчета для определения оптимальных конструктивных и режимных параметров нагревательного комплекса, а также рекомендаций по улучшению технико-экономических и эксплуатационных показателей нагревательных комплексов в целом, обеспечивающих эффективную трубопроводную транспортировку вязких жидкостей имеет важное значение и является актуальной.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения, изложенных на 139 страницах машинописного текста; содержит 77 рисунков и 7 таблиц, список использованных источников, включающий 133 наименования и 1 приложение. Материалы, изложенные во всех разделах по содержанию и последовательности изложения соответствуют поставленной цели и задачам и находятся в логическом единстве. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

При решении поставленных задач обоснованность основных результатов, выводов, положений и рекомендаций диссертационной работы базируется на корректном использовании известных классических и современных научных методов теории электрических цепей, теории поля, математического анализа, методов компьютерного моделирования, принятых для исследования электротехнологических систем, применении общеизвестных допущений.

Особенности функционирования нагревательных систем для объектов нефтяной промышленности заключаются в необходимости обеспечивать режимы компенсации теплотерь и аварийного разогрева, зачастую в

условиях ограничения мощности электроснабжения. Кроме того, разнообразность объектов, их рабочих температурных диапазонов, протяженность и сложность геометрии поверхности заставляет разработчиков нагревательных систем предлагать новые технические решения.

Повышение эффективности процесса теплопередачи хорошо достигается применением комплексных методов. В частности, в диссертационной работе автором предлагается использование индукционного нагревательного комплекса, выполненного в виде трехфазного индуктора с вращающимся магнитным полем, обеспечивающего перемешивание и подогрев жидкости в процессе её прохождения через нагревательную систему.

Важной задачей при применении подобных систем является задача согласования работы нагревателя и перемешивателя, поскольку опасным является выход за пределы диапазона рабочих температур перекачиваемой термовязкой жидкости, как в сторону охлаждения, так и в сторону перегрева. Решение этой проблемы требует создания комплекса моделей для исследования процессов теплового воздействия на среду для данных технических решений нагревательных систем и разработки на основе результатов моделирования методики расчета и проектирования индукционного нагревательного комплекса.

Достоверность и новизна полученных результатов

Для решения поставленных задач в исследовании были использованы известные методы математического анализа, теории теплопроводности, преобразования Лапласа, теория электромагнитного поля, теория оптимального проектирования, теория автоматического управления, методы компьютерного моделирования. Для подтверждения достоверности результатов исследования проводился сравнительный анализ полученных характеристик с работами других авторов.

Достоверность подтверждена соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также их апробацией на различных научно-технических конференциях, в том числе всероссийских и международных. Полученные результаты и положения диссертационной работы в полной мере опубликованы в 27 публикациях в научных изданиях, из которых 5 работ опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на 17 всероссийских и международных конференциях.

Научной новизной обладают следующие важные результаты диссертационной работы:

1. Разработана математическая модель взаимосвязанных тепловых и гидравлических процессов в системе «труба – вращающийся ротор –

жидкость», отличающаяся учетом взаимного влияния термических и гидравлических процессов;

2. Создана методика оптимального проектирования и управления связанными процессами нагрева и перемешивания жидкости, позволяющая повысить энергообмен между жидкостью и тепловыделяющей стенкой трубы;

3. Разработаны алгоритмы распределения мощности по длине индукционного нагревательного комплекса, в которых учитывались ограничения на удельную поверхностную мощность и условие максимальной температуры стенки трубы.

Практическая значимость результатов исследования состоит в следующем:

1. Разработанная оригинальная конструкция трехфазного индукционного устройства позволяет сократить общую длину многосекционного нагревателя за счет совмещения функций нагрева и перемешивания.

2. Разработанное алгоритмическое и программное обеспечение для расчета электромагнитных, тепловых и гидравлических полей в трехфазной индукционной системе с вращающимся магнитным полем обеспечивают получение мощности тепловыделения и момента вращения ротора, необходимых для формирования заданного температурного распределения.

3. Разработанная структура системы автоматического управления индукционным нагревательным комплексом обеспечивает заданный режим работы комплекса с учетом технологических и энергетических ограничений.

Практическая значимость результатов диссертации подтверждается актом внедрения результатов диссертационного исследования в производственной деятельности ООО «Газпром добыча Ямбург».

Замечания по диссертационной работе

1. Поскольку целью работы является улучшение массогабаритных характеристик индукционного нагревательного комплекса, то в задачи следовало бы включить пункт о разработке данного технического решения, поскольку при этом автор в практической значимости работы указывает на результат о разработанной оригинальной конструкции индукционного устройства.

2. Требуется пояснения информация об источниках электропитания индукционной системы. На рис. 6.2 есть в структуре блоки ИП-1, ИП-2, ИП-3, но нет их описания. На рис. 6.6 показан преобразователь частоты ПЧ, но нет описания его работы, в том числе и в части управления. На рис. 6.10 показана функциональная схема установки, где для регулирования частоты вращения секции смесителя используется трехфазный частотный преобразователь, а для питания индукционных нагревателей - однофазные

преобразователи частоты, однако не прописаны требования, предъявляемые к ним.

3. Для поиска оптимальной частоты вращения ротора-смесителя автором предлагается использовать следящую систему, в которой задающий сигнал формируется с помощью интегрирующего устройства по информации о температурном распределении по сечению потока на входе в смеситель. Однако, не поясняется, каким образом на реальном объекте можно получить информацию о температурном распределении по сечению потока на входе в смеситель, поскольку датчики температуры вероятнее всего будут устанавливаться непосредственно на стенках трубопровода.

4. К сожалению, у диссертанта отсутствуют публикации, написанные без соавторов. Кроме того, в ряде публикаций, выполненных в соавторстве (по нумерации автореферата – [7,11,21,24]) автором не отмечен личный вклад.

Отмеченные недостатки не снижают ценности выполненной на высоком научно-техническом уровне работы.

Заключение

Диссертация Васильева И.В., представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, в целом является законченной научно-квалификационной работой, написанной на актуальную тему, результаты и выводы работы обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью. В работе содержится решение задач создания уточненных математических моделей взаимосвязанных электротепловых, гидравлических и электродинамических процессов, и на их базе разработки методики расчета для определения оптимальных конструктивных и режимных параметров нагревательного комплекса; а также рекомендаций по улучшению технико-экономических и эксплуатационных показателей нагревательных комплексов в целом, обеспечивающих эффективную трубопроводную транспортировку вязких жидкостей.

Основные положения и материалы диссертационной работы и автореферата соответствуют паспорту специальности 05.09.10 – «Электротехнология» в части области исследования: п. 3. «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнологических комплексов и систем, их оптимизация, разработка алгоритмов эффективного управления»

По итогам работы были решены все поставленные задачи исследования. Диссертация и автореферат оформлены с соблюдением требований, предъявляемых диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

По диссертации, имеющей внутреннее единство, можно судить о личном вкладе автора в науку. Диссертация Васильева И.В. соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации», а ее автор, Васильев Иван Владимирович, заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.10 – Электротехнология.

Официальный оппонент:

к.т.н., доцент

Конесев Сергей Геннадьевич,

доцент кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий»,
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет»,

450062, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1,

рабочий телефон: +7 (347) 242-07-59, E-mail: konesevsg@yandex.ru

Кандидатская диссертация Конесева С.Г. защищена по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

31.01.2019

М.П.

