

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Шангина Виктора Владимировича** «Импульсное тепловое тестирование жидкости как метод обнаружения летучих примесей в маслах энергетического оборудования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертационная работа **Шангина Виктора Владимировича** посвящена экспериментальному исследованию теплообмена от тонкого проволочного нагревателя к техническим образцам масел в условиях импульсного нагрева нагревателя. Конечной целью работы было создание методики тестирования технических масел на предмет кратковременной термоустойчивости и быстрого обнаружения (не более 20 мс) летучих примесей. В отличие от известных методов рассматриваемая методика позволяет достаточно надежно выявлять присутствие в маслах низкокипящих примесей (воды, двуокиси углерода) при концентрациях от 10 граммов на тонну масла и выше, такая задача является актуальной.

Представленная работа содержит 154 страницы компьютерного текста стандартного формата, состоит из введения, четырех глав, заключение, приложения и списка используемой литературы из 87 наименований. Приложение содержит акт об использовании результатов диссертационной работы, выданный филиалом Среднеуральской ГРЭС, подтверждающим практическую значимость представленной работы.

Во **введении** поставлена цель работы, обоснована ее актуальность, значимость, личный вклад автора и ее научная новизна. Представлена структура диссертации.

В **первой главе** приводятся сведения о перегретом и термоустойчивом состояниях жидкости, дано понятие достижимого перегрева.

Описаны две методики определения термоустойчивости масел и содержания в них легкокипящих примесей. 1. Методика основанная на нагреве зонда током постоянной мощности. Здесь термоустойчивость определяется по изменению интенсивности теплообмена при увеличении влажности исходного масла. 2. Методика температурного плато. Здесь наблюдается систематическое снижение температуры термоустойчивости с ростом влажности исследуемого масла.

Применяемые методики основаны на импульсном нагреве проволочного зонда. Измеряемыми величинами были или напряжение разбаланса мостовой схемы или падение напряжения на зонде. Исходя из полученных величин, находили температуру зонда, энергию, расходуемую как на нагрев зонда, так и на нагрев окружающей зонд исследуемой жидкости. Этой информации было достаточно для определения степени термоустойчивости образца и концентрации легкокипящих примесей. Для калибровки разрабатываемых приборов использовались специально приготовленные калибровочные образцы масел с известным содержанием примесей.

Во **второй главе** описана блок-схема предлагаемого устройства. Обоснован выбор теплового режима зонда, который осуществлялся за счет последовательной подачи на зонд двух импульсов тока различной амплитуды и длительности. При помощи первого импульса производился быстрый нагрев жидкости до заданной температуры. При помощи второго импульса производились необходимые измерения, а именно определялось время от начала этого импульса до момента вскипания жидкости (масла). Если

Вх. № 05 - 19/1 - 80  
от 09.06.14 г.

вскипания не происходило, то амплитуда импульса повышалась, и так ступенчато до тех пор, пока не произойдет вскипание. Концентрацию низкокипящей примеси в исследуемом масле находили из измеренного времени жизни по полученным заранее калибровочным данным. Очевидно, что чем меньше время жизни, тем выше концентрации примеси.

В **третьей** главе представлены результаты лабораторных опытов по калибровке предлагаемого устройства. Использовались турбинные масла марки Тп-22С и трансформаторные марок ГК и ТкП.

Образцы готовили следующим образом. В исследуемом чистом масле растворяли водяной пар до концентрации влаги в масле примерно равной 300 г/т, для улучшения растворимости масло нагревалось до температуры  $(55 \pm 5)$  °С. Необходимый набор масел с разными концентрациями примеси затем готовили путем смешивания чистого масла с приготовленной смесью заданной концентрации.

Глава завершается анализом погрешностей измерений. Диссертант показывает, что максимальная погрешность не превышает 10 % при содержании примесей в масле в интервале от 10 до 150 г на тонну масла.

В **четвертой** главе приводятся результаты испытаний предлагаемого устройства на действующем оборудовании турбоагрегатов КТЦ-1 Среднеуральской ГРЭС.

Испытания проводились в режимах отбора проб и непрерывного контроля. Продолжительность автономной работы устройства составляла от одних суток до одной недели. Для подключения устройства к действующему оборудованию в его маслопровод был врезан специальный штуцер, в который погружался упоминаемый нами проволочный зонд.

Диссертант отмечает, что существенными факторами, влияющими на точность измерений, являются температура и скорость потока масла, омывающего зонд.

В **заключении** диссертации обобщены результаты испытаний предлагаемого импульсного метода для быстрого обнаружения летучих примесей в маслах. Предложены дальнейшие шаги по его усовершенствованию. Сделан вывод, что кратковременный импульсный нагрев масла до высоких температур не приводит к нарушению его основных свойств (то есть термоустойчивость масел за короткое время ни как не проявляется). Сделаны, сделан вывод.

В **приложении** рассмотрены типичные источники загрязнения масел летучими примесями.

Приведен обзор наиболее известных и используемых методов контроля качества масел.

Изложена методика стабилизации температуры импульсно нагреваемого зонда, на базе которой разработано предлагаемое диссертантом устройство по изучению термической устойчивости масел.

Приложен акт о полезности предлагаемого устройства.

**Наиболее важными результатами** работы является следующие:

1. Разработана методика и создано автономное устройство для быстрого обнаружения летучих примесей (вода двуокись углерода) в масле.
2. Особо необходимо отметить найденное автором явление, проявляющееся в том, что термоустойчивость масел регистрировалось при температурах, когда масло было перегрето не только относительно температуры равновесия жидкость-пар летучей

