

**ИСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ И
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ НАН КР И КРСУ ИМ. Б. ЕЛЬЦИНА**

Диссертационный совет Д.01.12.041

На правах рукописи
УДК 621.03.,536.12

Джураев Дадахон Собиржонович

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДАВЛЕНИЯ И МАГНИТНОГО
ПОЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

Специальность 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая
теплотехника

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Бишкек-2012

Работа выполнена в лаборатории «Теплофизики» кафедры «Тепло-техника и теплотехническое оборудование» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими

Научный руководитель: академик инженерной академии РТ
доктор технических наук, профессор
Сафаров Махмадали Махмадиевич

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор
Урусов Руслан Мухтарович

доктор физико-математических наук,
профессор
Поярков Игорь Викторович

Ведущая организация: Федеральное Государственное Автономное
Образовательное Учреждение Высшего
Профессионального Образования "Россий-
ский государственный профессионально –
педагогический университет" (РГППУ,
Екатеринбург), Россия, 620012, г. Екате-
ринбург, ул. Машиностроителей 11.

Защита состоится «25» января 2013г. в 14.00 часов на заседании Дис-
сертационного Совета Д.01.12.041 при Институте физико-технических
проблем и материаловедения Национальной Академии Наук Кыр-
гызской Республики и КРСУ им. Б. Ельцина по адресу: 720071, г.
Бишкек, проспект Чуй, 265А.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библио-
теке Национальной Академии Наук Кыргызской Республики по адре-
су: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265А.

Автореферат разослан «__» _____ 2012г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета
доктор физико-математических наук

Т.Э.Урусова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Проблемы получения магнитных жидкостей и применения их в различных областях современной науки и техники, биологии и медицины являются, безусловно, актуальными, а также весьма актуальными являются задачи исследования теплофизических свойств межчастичных взаимодействий, ориентационных эффектов, развивающихся в магнитных жидкостях под действием магнитного поля, давления и температуры. Большое теоретическое значение представляет собой исследование магнитных жидкостей, что связано с фундаментальными теплофизическими проблемами. Практическое значение состоит в применении их в машиностроении, электронике, медицине, космической технике и т.д.

Необходимо отметить, что в отличие от традиционных методов разработки новых материалов магнитожидкостная промышленность развивается на базе уже хорошо разработанных теоретических представлений об особенностях поведения и свойствах нового магнитного материала.

Исследование теплофизических свойств магнитных жидкостей за счет использования новых методов, т.е молекулярная оптика, статистическая термодинамика, физическая химия и т.д. стало доступным научным достижением. Существенный вклад в него внесли ученые в этой области Такетоми С., Фертман В. Е., Королев Д.В. Начаева О.А., Кожевников В.М., Морозова Т.Ф., Ерин К.В., Анищик В.М., и т.д.

Изучение теплофизических свойств магнитных жидкостей приведет к развитию и совершенствованию современной теории жидкого состояния и уточнению механизмов взаимодействия между молекулами в жидкостях.

Однако изучение теплофизических свойств магнитных жидкостей в данное время нельзя считать удовлетворительным. Из вышеприведенного следует отметить, что изучение и исследование теплофизических свойств магнитных жидкости в том числе магнитная жидкость на основе трансформаторного масла является актуальной задачей.

Диссертационная работа посвящена исследованию теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности магнитных жидкостей (трансформаторного масла +0,1; 0,15; 0,2; 0,25 и 0,3 гр. Fe) в интервале температур (298-423) К, давления (0,101 – 0,141) МПа и влияния магнитного поля ($0,1594 \cdot 10^{-2}$ – $0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл).

Диссертационная работа выполнена в соответствии с «Концепцией развития топливно-энергетического комплекса Республики Таджикистан на период 2003-2015 годы», утвержденной Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 318 от 03 августа 2002 го-

да; по плану координации научно-исследовательских работ в области естественных наук АН Республики Таджикистан.

Достоверность результатов экспериментальных измерений обеспечивается использованием апробированных и протестированных измерительных приборов, высокой воспроизводимостью результатов измерений, а также удовлетворительным согласием экспериментальных данных с расчетными данными.

Целью диссертационной работы является: разработка и создание экспериментальной установки для измерения теплопроводности и температуропроводности магнитных жидкостей (трансформаторного масла +0,1; 0,15; 0,2; 0,25 и 0,3 гр Fe общая масса составляет 0.4 гр) в зависимости от давления и индукции магнитного поля методом лазерной вспышки и получение экспериментальных значений теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности и термодинамических свойств в интервале температур (298–423) К, давления (0,101 – 0,141) МПа и вектора индукции магнитного поля ($0,1594 \cdot 10^{-2}$ – $0,3866 \cdot 10^{-2}$) Тл.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- выявление механизма переноса тепла в магнитных жидкостях;
- разработка и создание экспериментальной установки для измерения теплопроводности и температуропроводности, работающей методом лазерной вспышки при различных давлениях под влиянием магнитного поля;
- получение экспериментальных значений теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности магнитных жидкостей в интервале температур (298–423) К, давления (0,101 – 0,141) МПа и вектора индукции магнитного поля ($0,1594 \cdot 10^{-2}$ – $0,3866 \cdot 10^{-2}$) Тл;
- установление зависимости теплофизических свойств магнитных жидкостей (трансформаторного масла + 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 и 0,3 гр. Fe) от температуры, давления, вектора индукции магнитного поля и массы ферромагнитного порошка;
- получение аппроксимационной зависимости, устанавливающей взаимосвязь теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности с температурой, давлением вектора индукции магнитного поля и особенностями структуры исследуемых магнитных жидкостей.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- получены опытные данные по теплофизическим свойствам магнитных жидкостей (до 0,3 гр. порошка Fe) в интервале температур (298–

423) К, давления (0,101–0,141) МПа и вектора индукции магнитного поля (до $0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл);

– разработаны опытные оборудование для измерения теплопроводности и температуропроводности, работающих методом лазерной вспышки при различных давлениях под влиянием магнитного поля.;

– разработаны методы расчета термодинамических свойств коллоидных магнитных жидкостей;

- получены значения термодинамических свойств магнитных жидкостей в зависимости от температуры;

– получены аппроксимационные зависимости, описывающие теплофизические свойства магнитных жидкостей в зависимости от температуры, давления, индукции магнитного поля и массы ферромагнитного порошка.

Основные положения, выносимые на защиту:

– опытные данные по теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости (при $T=298–423\text{K}$, $P=0,101–0,141\text{МПа}$, $V = 0–0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл);

– новые варианты измерительных устройств для исследования теплопроводности, температуропроводности магнитных жидкостей, работающей методом лазерной вспышки в зависимости от давления при комнатной температуре;

– расчетные данные по термодинамическим свойствам в зависимости от температуры;

– аппроксимационные зависимости для расчета теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности исследуемых магнитных жидкостей в широком интервале температуры, давления и вектора индукции магнитного поля.

Практическая значимость полученных результатов:

– проведен анализ процесса теплопереноса в магнитных жидкостях;

– разработана методика обобщения экспериментальных данных по теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности магнитных жидкостей как с учетом, так и без учета влияния магнитного поля;

– разработанные опытные оборудования могут быть использованы для быстрого определения температуропроводности и теплопроводности магнитных жидкостей в лабораториях;

– дополнен банк теплофизических и термодинамических величин магнитных жидкостей новыми данными.

Результаты исследования внедрены:

– установки для измерения теплопроводности и температуропроводности работающих методом лазерной вспышки в зависимости от дав-

ления и магнитного поля внедрены в Ленинабадских электрических сетях, Истаравшанских электрических сетях и в Худжандских городских электрических сетях, а также используется соискателями и студентами в научных и учебных лабораториях кафедры «Теплотехника и теплотехнические оборудования» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими в городе Душанбе;

– составлены подробные таблицы теплофизических и термодинамических свойств коллоидных магнитных жидкостей при температуре (298–423 К) давлений (0,101–0,141) МПа и вектора индукции магнитного поля ($0,1594 \cdot 10^{-2}$ – $0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл), и эти результаты проектными организациями может использованы в разных технологических процессах;

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов экспериментальных измерений обеспечивается использованием апробированных, протестированных измерительных приборов и высокой воспроизводимостью результатов измерений, а также удовлетворительным согласием экспериментальных данных с расчетными данными.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими и Технологического университета Таджикистана; на Республиканских научно-практических конференциях: Чкаловск-2008, Худжанд-2009, Душанбе 2009-2010; на международных семинарах Магнитные фазовые переходы. Махачкала -2009, 2010, «Координационные соединения и аспекты их применения», посвященной 50-летию химического факультета Душанбе 2009, на 30th International Thermal Conductivity Conference, 18th International Thermal Expansion Symposium, Pittsburgh USA- 2009; на Seventeenth Symposium on Thermophysical Properties, Boulder, USA June 2009, Республиканской научно-практической конференции «Состояние и будущее энергетики Таджикистана». Душанбе 2009, Международная теплофизическая школа Тамбов, 2010, XIII Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ (с международным участием). Новосибирск, Россия, 2011.

Личный вклад соискателя. Все представленные в диссертации результаты получены автором. Автором разработана аппаратура для измерения теплофизических свойств магнитных жидкостей в зависимости от давления и вектора индукции магнитного поля при комнатной температуре, а также принадлежит вывод уравнения зависимости для расчета теплопроводности, теплоемкости, температуропроводно-

сти исследуемых магнитных жидкостей в широком интервале температуры, давления и вектора индукции магнитного поля.

Диссертационная работа написана автором по результатам исследований, проведенных в лаборатории кафедры «Теплотехника и теплотехническое оборудование» Таджикского технического университета им. акад. М.С.Осими.

Автором под руководством научного руководителя разработаны программа и методика исследований, поставлены цели и задачи, проведены лабораторные исследования. Были обработаны экспериментальные данные, решены теоретические вопросы, сформулированы окончательные выводы, предложения и практические рекомендации.

Публикации. Результаты научных исследований по теме диссертационной работы опубликованы в 1 монографии, 30 научных статьях, трудах конференции, тезисах и патентах, в том числе 21 научных статьях в 8 различных журналах, рекомендованных ВАК КР, в 7 научных работах, опубликованных единолично и в 5 тезисах. Получены 4 патента Республики Таджикистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 129 страницах машинописного (компьютерного) текста. Она содержит 52 рисунков, 55 таблиц, 144 наименований источников литературы и 12 страниц приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и основные задачи работы, отражена научная новизна и перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводится литературный обзор по теме диссертации.

Главной особенностью магнитных жидкостей является их способность значительно взаимодействовать с внешним магнитным полем в сочетании с высокой текучестью. Объемные магнитные силы могут удерживать весь объем жидкости в области сильного поля, а гидродинамические, реологические и теплофизические характеристики магнитных жидкостей могут контролируемо меняться при изменении поля. Этим обусловлено широкое применение магнитных жидкостей в приборо- и машиностроении: магнитожидкостные вакуумные уплотнители, жидкие подшипники и магнитные смазывающие материалы, амортизаторы и демпферы, чернила для струйной печати и многое другое. Они также используются в громкоговорителях для улучшения их амплитудно-частотной характеристики, магнитные жидкости на

основе трансформаторного масла используется в магнитных дефектоскопах.

Примеры некоторых исследований в области свойств магнитных жидкостей (магнитные жидкости на основе трансформаторного масла):

- Зариповым А. К. проведен численный расчет зависимости вязкости и модули упругости магнитных жидкостей, приготовленной на основе керосина, а также воды и частицы магнетита;

- Начаевой О. А. показано, что управляемые дифракционные системы можно создавать при одновременном действии на такие среды переменными электрическими и постоянными магнитными полями.

- Арефьевым И. М. магнитокалорический эффект и теплоемкость магнетиных жидкостях, жидкостиносителем которых является трансформаторного масла и полиэтилсилоксановых жидкостей ПЭС-5 и ПЭС-В-2 в магнитных полях 0.1 Тл и при 298-353К., определены колориметрическим методом.

- Ерином К. В. в электрооптических ячейках с изолированными электродами, в магнитных жидкостях на основе керосина и трансформаторного масла и на основе экспериментов определено время релаксации объемного заряда в коллоидах.

- Королевым Д.В. было изучено, как изменяется температура при магнитокалорического эффекта и теплоемкость магнитных жидкостей на основе масла «Алкарен» в при температуре 278÷343К и при воздействии магнитного поля от 0 до 1 Тл.

Нами впервые исследованы и получены опытные данные по теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности коллоидных магнитных жидкостей на основе трансформаторного масла (трансформаторное масло+железный порошок) при температуре ($T=298-423$ К), давлении ($P = 0,101 - 0,141$ МПа), и векторе индукции магнитного поля ($B = 0 - 0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл). Где общей вес исследуемого объекта т.е магнитного жидкостя на основе трансформаторного масла составляет 0,4 грамма и добавка железного порошка составляет от 0.1 до 0.3 грамма с интервалом 0.05 грамм.

Во второй главе приводятся описания и схемы экспериментальных установок для исследования теплофизических свойств исследуемого образца в зависимости от температуры, давления и магнитного поля.

Для измерения теплопроводности и теплоемкости магнитных жидкостей (трансформаторное масло+железо) в зависимости от температуры нами использован метод монотонного разогрева, предложенный профессором Е.С. Платуновым.

Для измерения теплопроводности и температуропроводности магнитных жидкостей при различных давлениях под влиянием магнитного поля нами использован метод лазерной вспышки.

Метод лазерной вспышки основан на быстром локальном нагреве поверхности образца лазерным импульсом, при этом измеряется температура образца и поглощенная им энергия.

Представленное устройство (рис 1) в основном состоит из лабораторного автотрансформатора (ЛАТР), тонометра, реостата, амперметра, катушки, лазерной установки типа ЛГН-109, микровольтаноамперметра типа Ф136, термопары и ячейки.

Расчет температуропроводности исследуемых объектов методом лазерной вспышки в зависимости от давления, магнитного поля при комнатной температуре производится по формуле:

$$a = \frac{1,37 \cdot l^2}{(\pi^2 \cdot \tau_{0,5})} \quad (1)$$

где l – толщина образца, $\tau_{0,5}$ – время достижения на тыльной поверхности температуры, равной половине ее максимального значения.

Расчеты показали, что доверительная граница погрешности температуропроводности при измерении по методу лазерной вспышки, основанные на быстром локальном нагреве поверхности образца лазерным импульсом в относительной форме при $\alpha=0,95$ составляет 1,2 %, методическая погрешность 0,2%, инструментальная погрешность 0,4%. Общая относительная погрешность измерений составляет 1,8%.

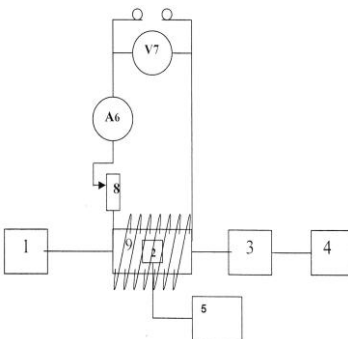


Рис.1. Схематическое изображение установки для исследования влияния магнитного поля на температуропроводность и теплопроводность вещества методом лазерной вспышки в зависимости от давления при комнатной температуре: 1-лазерная установка ЛГН-109, 2- измерительная ячейка, 3-термопара, 4- микровольтано-амперметр типа Ф136, 5- система для создания внешнего давления, 6-7- измерительные приборы, 8- реостат, 9- соленоид.

Принцип работы и состав установки для измерения теплопроводности исследуемого образца в зависимости от давления и индукции магнитного поля аналогичен с установкой для измерения температуропроводности в зависимости от давления и индукции магнитного поля.

Отличие в том, что при проведении эксперимента, после нагрева испытуемого образца с помощью лазерной установки, производится отключение лазерной установки и наблюдается самопроизвольное охлаждение образца. Время охлаждения образца фиксируется двухстрелочным секундомером типа С-11-1Б. По шкале зеркального микровольтнаноамперметра отмечается время прохождения отражений светового сигнала между двумя определенными значениями шкалы микровольтнаноамперметра.

Расчет теплопроводности производится по формуле

$$\lambda = A \cdot C_p \cdot m, \quad (2)$$

где C_p - теплоемкость испытуемого образца

m - темп регулярного охлаждения

A - коэффициент формы определяется следующим уравнением.

$$A = \sqrt{(\pi/2\delta x)^2 + (\pi/2\delta y)^2 + (\pi/2\delta z)^2}^{-1}. \quad (3)$$

Темп регулярного охлаждения определяется по формуле:

$$m = \frac{\ln \theta_1 - \ln \theta_2}{\tau_1 - \tau_2} = \frac{\ln N_1 - \ln N_2}{\tau_1 - \tau_2}. \quad (4)$$

В третьей главе приводятся результаты экспериментального исследования теплопроводности, удельной теплоемкости и температуропроводности системы трансформаторного масла+железо в зависимости от температуры (298-423) К, давления (0,101 – 0,141) МПа и влияния магнитного поля (до $0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл).

На экспериментальных установках по методу монотонного разогрева измерена теплопроводность, удельная теплоемкость магнитных жидкостей (трансформаторного масла +0,1; 0,15; 0,2; 0,25 и 0,3 гр. Fe) в интервале температур (298-423) К при атмосферном давлении (табл. 1 и 2).

Таблица 1 - Экспериментальные значения теплоемкости (C_p , Дж/(кг·К)) исследуемых объектов в зависимости от температуры и концентрации при атмосферном давлении

$m_{Fe}, 10^{-3} \text{ кг} \setminus T, K$	298	323	348	373	398	423
0.1	1180,4	1463,1	1724,8	1931,6	2116,3	2272,5
0.15	1110,3	1314,4	1556,7	1743,5	1909,2	2016,3
0.2	1032,4	1173,9	1378,4	1568,5	1692,4	1822,4
0.25	968,4	1094,4	1240,8	1388,6	1508,5	1675,5
0.3	892,6	1000,6	1062,3	1200,3	1295,4	1425,5

Как видно из таблицы 1 и 2 с увеличением температуры теплоемкость исследуемого образца увеличивается, с увеличением концентрации ферромагнитного порошка уменьшается, а теплопроводность

наоборот. Например: при увеличении добавки железного порошка от 0,1 гр на 0,3 гр. при температуре 298К теплоемкость уменьшается на ~33%, а теплопроводность увеличивается 44%, а при 423К при концентрации железного порошка 0,3 гр теплоемкость увеличивается на ~60%, теплопроводность уменьшается на ~22%.

Таблица 2-Экспериментальные значения теплопроводности ($\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$) трансформаторного масла в зависимости от температуры и концентрации железного порошка при атмосферном давлении

$m_{\text{Fe}}, 10^{-3} \text{ кг} \setminus T, \text{ K}$	298	323	348	373	398	423
0.1	112,3	108,7	104,5	99,4	95,2	89,45
0.15	126,5	121,3	116,2	111,35	106,24	101,63
0.2	140,4	135,1	129,2	123,44	117,8	111,7
0.25	153,3	146,9	139,1	132,7	127,2	122,2
0.3	162,7	154,7	150,2	143,87	138,37	133,7

На основе экспериментальных данных по теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности исследуемых систем нами рассчитаны температуропроводность магнитных жидкостей в зависимости от температуры и концентрации железного порошка следующим выражением:

$$a = \frac{\lambda}{C_p \rho}, \quad (5)$$

где λ_{p_1} - теплопроводность испытуемого образца в зависимости от температуры, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; C_p - теплоемкость испытуемого образца в зависимости от температуры, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; ρ - плотность испытуемого образца в зависимости от температуры, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Результаты определения плотности образца в зависимости от температуры приведены в таблице 3.

Результаты расчетов температуропроводности образца в зависимости от температуры приведены в таблице 4.

Таблица 3-Плотность ($\rho, \text{кг}/\text{м}^3$) образца в зависимости от температуры.

$m_{\text{Fe}}, 10^{-3} \text{ кг} \setminus T, \text{ K}$	298	323	348	373	398	423
0.1	1027	994	961	928	895	862
0.15	1102	1069	1036	1003	970	937
0.2	1177	1144	1111	1078	1045	1012
0.25	1260	1227	1194	1161	1128	1095
0.3	1331	1298	1265	1232	1199	1166

В таблице 4 приведены расчетные данные по температуропроводности исследуемых образцов в зависимости от температуры и плотности. Как видно из таблицы 4, что при увеличении температуры температуропроводность образцов уменьшается, а в зависимости от плотно-

сти увеличивается. Например: при увеличении плотности исследуемого образца от 1027 кг/м^3 на 1260 кг/м^3 при температуре 298К температуропроводность увеличивается на $\sim 36\%$, а при 423К при этой же плотности уменьшается на $\sim 87\%$.

Таблица 4-Температуропроводность ($a \cdot 10^7, \text{м}^2/\text{с}$) испытуемого образца в зависимости от температуры.

$\rho, \text{ кг/м}^3 \setminus T, \text{ К}$	298	323	348	373	398	423
1027	0,924	0,747	0,63	0,554	0,503	0,456
1102	1,034	0,863	0,72	0,636	0,574	0,538
1177	1,144	1,01	0,844	0,73	0,67	0,606
1260	1,254	1,1	0,94	0,823	0,747	0,67
1331	1,364	1,2	1,1	0,97	0,89	0,8

Результаты экспериментальных данных температуропроводности трансформаторного масла при добавке 0,3 гр. железного порошка в зависимости от давления и индукции магнитного поля при комнатной температуре приведены в таблице 5.

Таблица 5-Температуропроводность ($a \cdot 10^7, \text{м}^2/\text{с}$) магнитных жидкостей (0,3 гр. Fe) в зависимости от давления и вектора индукции магнитного поля при комнатной температуре

$P, \text{ МПа} \setminus B, 10^{-2}, \text{ Тл}$	0,1594	0,199	0,24	0,28	0,32	0,36	0,3866
0,101	1,42	1,47	1,54	1,61	1,67	1,74	1,804
0,108	1,47	1,52	1,59	1,66	1,72	1,79	1,854
0,114	1,55	1,597	1,67	1,74	1,801	1,87	1,934
0,121	1,623	1,67	1,743	1,813	1,874	1,943	2,01
0,128	1,71	1,76	1,83	1,903	1,964	2,03	2,1
0,135	1,77	1,82	1,89	1,963	2,024	2,09	2,16
0,141	1,86	1,91	1,98	2,053	2,114	2,18	2,24

Результаты экспериментальных данных теплопроводности трансформаторного масла при добавке 0,1 гр. железного порошка, в зависимости от давления и индукции магнитного поля при комнатной температуре, приведены в таблице 6.

Расчет теплоемкости в зависимости от давления и индукции магнитного поля при комнатной температуре производится по следующей формуле

$$C_p = \frac{\lambda}{a \cdot \rho}, \quad (6)$$

где λ - теплопроводность испытуемого образца в зависимости от давления и от воздействия магнитного поля (по табл.6); a - температуропроводность испытуемого образца в зависимости от давления и от воздействия магнитного поля (по табл.5); ρ - плотность образца.

Результаты экспериментальных данных теплоемкости трансформаторного масла при добавке 0,2 гр. железного порошка приведены в таблице 7.

Как видно из таблицы 5-7 влияние магнитного поля и давления на изменения теплофизических характеристик исследуемого образца наблюдается по различным закономерностям. Температуропроводность (табл.5), теплопроводность (табл.6) с увеличением индукции магнитного поля и давления увеличивается, а теплоемкость (табл.7) наоборот.

Таблица 6-Теплопроводность ($\lambda \cdot 10^3, Вт/(м \cdot К)$) исследуемых магнитных жидкостей (0,1 гр. Fe) в зависимости от давления и вектора индукции магнитного поля при комнатной температуре

$B, 10^{-2}, Тл / P, МПа$	0,1594	0,199	0,24	0,28	0,32	0,36	0,3866
0,101	114,6	115,8	117,7	118,5	119,9	121,8	123,3
0,108	116,3	117,9	119,4	121,2	122,7	124,4	125,9
0,114	118,9	120,4	122,2	123,7	125,5	126,9	128,6
0,121	121,1	122,7	124,9	125,9	127,1	129,2	130,7
0,128	122,6	124,8	125,8	127,5	129,1	130,6	132,2
0,135	124,6	126,2	127,9	129,4	130,9	133,5	134,2
0,141	126,8	128,5	130,2	131,7	133,8	134,8	136,5

Таблица 7-Теплоемкость $C, Дж/(кг \cdot К)$ магнитных жидкостей (0,2 гр. Fe) в зависимости от давления и индукции магнитного поля при комнатной температуре

$B, 10^{-2}, Тл / P, МПа$	0,1594	0,199	0,24	0,28	0,32	0,36	0,3866
0,101	1023,1	1016,1	1011,2	1003,2	997,1	987,1	977,2
0,108	996,4	989,4	984,5	976,5	970,4	960,4	950,5
0,114	963,3	956,3	951,4	943,4	937,3	927,3	917,4
0,121	935,6	928,6	923,7	915,7	909,6	899,6	889,7
0,128	916,7	909,7	904,8	896,8	890,7	880,7	870,8
0,135	890,2	883,2	878,3	870,3	864,2	854,2	844,3
0,141	869,1	862,1	857,2	849,2	843,1	833,1	823,2

Например: при увеличении давления от $P=0,101 МПа$ до $P=0,141 МПа$ при воздействии индукции магнитного поля $B=0,1594 \cdot 10^{-2} Тл$, температуропроводность увеличивается на 26%, теплопроводность увеличивается на ~11%, теплоемкость уменьшается на 17%, а при увеличении воздействия индукции магнитного поля от $B=0,1594 \cdot 10^{-2} Тл$ до $B=0,3866 \cdot 10^{-2} Тл$ при давлении $P=0,101 МПа$, температуропроводность увеличивается на ~13%, теплопроводность увеличивается на ~8%, а теплоемкость уменьшается на ~5%.

Четвертая глава посвящена анализу и обобщению экспериментальных данных по теплофизическим свойствам системы трансформаторного масла и магнитного порошка.

Получены аппроксимационные зависимости исследуемых объектов в зависимости от температуры, давления, магнитного поля и концентрации Fe . Для обобщения экспериментальных данных по теплофизическим свойствам системы (трансформаторного масла+железо) в зависимости от температуры, давления и магнитного поля использованы следующие функциональные зависимости:

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_{a_1}} = f\left(\frac{B}{B_1}\right), \quad (7) \quad \frac{C_a}{C_{a_1}} = f\left(\frac{B}{B_1}\right), \quad (8) \quad \frac{a_a}{a_{a_1}} = f\left(\frac{B}{B_1}\right), \quad (9)$$

где λ_a , C_a , a_a – теплопроводность, удельная теплоемкость и температуропроводность исследуемых объектов при температуре B ; λ_{a_1} , $C_{a_1}^*$, a_{a_1} – соответственно при температуре B_1 ; $B_1 = 0,2789 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$.

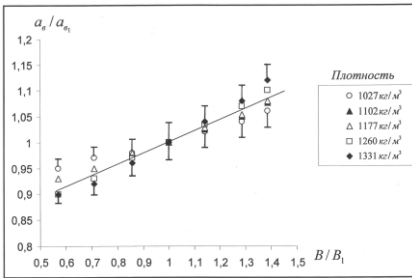


Рис.2. Зависимость относительной Температуропроводности a_a / a_{a_1} от относительного магнитного поля B / B_1

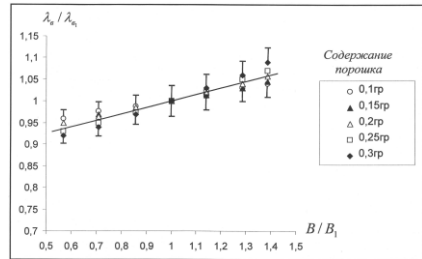


Рис.3. Зависимость относительной теплопроводности $\lambda_a / \lambda_{a_1}$ от относительного магнитного поля B / B_1

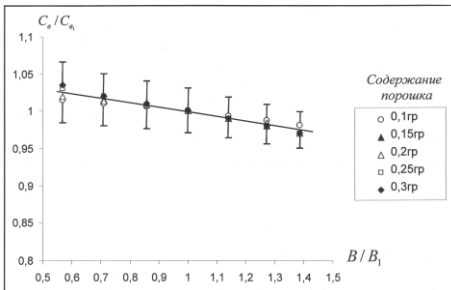


Рис.4. Зависимость относительной теплоемкости C_a / C_{a_1} от относительного магнитного поля B / B_1

Выполнимость (7)-(9) для системы трансформаторное масло + железо показана на рис.2-4, из которых видно, что экспериментальные точки хорошо укладываются на одну общую линию.

Уравнения этих линий имеют вид:

$$\lambda_a = \left[0,2 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,8 \right] \cdot \lambda_{a_1} \quad (10)$$

$$C_e = \left[-0,075 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 1,075 \right] \cdot C_{e_1} \quad (11)$$

$$a_e = \left[0,19 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,81 \right] \cdot a_{e_1} \quad (12)$$

Если в формулах (10)-(12), λ_{e_1} , C_{e_1} и a_{e_1} связать с массой добавляемого железного порошка или плотностью.

Уравнения этих прямых и кривых имеют вид:

$$\lambda_{e_1} = -557133,5 \cdot m^2 + 526,6 \cdot m + 7,126 \cdot 10^{-2}. \quad (13)$$

$$C_{e_1} = -1,4 \cdot 10^6 \cdot m + 1265,5 \quad (14) \quad a_{e_1} = 2,9 \cdot 10^{-4} \cdot m + 0,73 \cdot 10^{-7}. \quad (15)$$

$$\lambda_{e_1} = -2,44 \cdot 10^{-7} \cdot \rho^2 + 7,736 \cdot 10^{-4} \cdot \rho - 0,4187. \quad (16)$$

$$C_{e_1} = -0,77 \cdot \rho + 1912,5 \quad (17) \quad a_{e_1} = 1,93 \cdot 10^{-10} \cdot \rho - 0,946 \cdot 10^{-7}. \quad (18)$$

Уравнения (10)-(12) с учетом уравнений (13)-(18) принимают вид:

$$\lambda_e = \left[0,2 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,8 \right] \cdot (-557133,5 \cdot m^2 + 526,6 \cdot m + 7,126) \cdot \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \quad (19)$$

$$C_e = \left[-0,075 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 1,075 \right] \cdot (-1,4 \cdot 10^6 m + 1265,5) \cdot \text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К} \quad (20)$$

$$a_e = \left[0,19 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,81 \right] \cdot (2,9 \cdot 10^{-4} m + 0,73 \cdot 10^{-7}) \cdot \text{м}^2/\text{с} \quad (21)$$

$$\lambda_e = \left[0,2 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,8 \right] \cdot (-2,44 \cdot 10^{-7} \cdot \rho^2 + 7,7 \cdot 10^{-4} \cdot \rho - 0,4187) \cdot \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \quad (22)$$

$$C_e = \left[-0,075 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 1,075 \right] \cdot (0,77 \rho + 1912,5) \cdot \text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К} \quad (23)$$

$$a_e = \left[0,19 \cdot \left(\frac{B}{B_1} \right) + 0,81 \right] \cdot (1,93 \cdot 10^{-10} \rho - 0,946 \cdot 10^{-7}) \cdot \text{м}^2/\text{с} \quad (24)$$

С помощью уравнения (19)-(24) можно вычислить с погрешностью до 7% теплофизических характеристик (теплопроводность, удельную теплоемкость и температуропроводность) неисследованных жидкостей, в зависимости от воздействия магнитного поля при комнатной температуре и атмосферном давлении, для этого необходимо знать только массовое значение концентрации или плотности неисследованных жидкостей.

С целью получения расчетного уравнения по теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры и давления под воздействием магнитного поля нами обработаны экспериментальные данные в виде следующих функциональных зависимостей:

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (25) \quad \frac{\lambda_p}{\lambda_{p_1}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right) \quad (26) \quad \frac{\lambda_a}{\lambda_{a_1}} = f\left(\frac{B}{B_1}\right) \quad (27)$$

$$\frac{C_p}{C_p^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (28) \quad \frac{C}{C_{p_1}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right) \quad (29) \quad \frac{C_{p_1}}{C_{p_1}^*} = f\left(\frac{B}{B_1}\right) \quad (30)$$

$$\frac{a}{a_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right) \quad (31) \quad \frac{a_p}{a_{p_1}} = f\left(\frac{P}{P_1}\right) \quad (32) \quad \frac{a_{a_1}}{a_{a_1}^*} = f\left(\frac{B}{B_1}\right) \quad (33)$$

где λ , λ_p , λ_a , C , C_p , C_{p_1} , a , a_p , a_a - теплопроводность, теплоемкость и температуропроводность испытуемого образца в зависимости от температуры, давления и магнитного поля; λ_1 , C_p^* , a_1 , λ_{p_1} , C_{p_1} , a_{p_1} , λ_{a_1} , C_{a_1} , a_{a_1} - теплопроводность, теплоемкость и температуропроводность испытуемого образца при T_1 , P_1 и B_1 ; T , P , B - температура, давление и магнитное поле, при которых проводятся испытания; $T_1 = 348$ К; $P_1 = 14,7$ МПа; $B_1 = 0,28 \cdot 10^{-2}$ Тл.

Из уравнения (25)-(33) получим

$$\frac{\lambda_{T,P,B}}{\lambda^*} = f\left[\left(\frac{T}{T_1}\right) \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right)\right], \quad (34) \quad \frac{C_{T,P,B}}{C^*} = f\left[\left(\frac{T}{T_1}\right) \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right)\right], \quad (35) \quad \frac{a_{T,P,B}}{a^*} = f\left[\left(\frac{T}{T_1}\right) \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right)\right], \quad (36)$$

На основании экспериментальных данных теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры, давления и магнитного поля были выведены следующие формулы:

$$\lambda_{T,P,B} = \left[-0,6 \cdot \left(\frac{T}{T_1}\right) + 1,6 \right] \times \left[0,3 \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) + 0,7 \right] \times \left[0,2 \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right) + 0,8 \right] \cdot \lambda^* \quad (37)$$

$$C_{T,P,B} = \left[1,6 \cdot \left(\frac{T}{T_1}\right) - 0,6 \right] \times \left[0,5 \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right)^2 - 1,55 \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) + 2,05 \right] \times \left[-0,075 \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right) + 1,075 \right] \cdot C^* \quad (38)$$

$$a_{T,P,B} = \left[3,25 \cdot \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 - 8,5 \cdot \left(\frac{T}{T_1}\right) + 6,26 \right] \times \left[0,71 \cdot \left(\frac{P}{P_1}\right) + 0,29 \right] \times \left[0,19 \cdot \left(\frac{B}{B_1}\right) + 0,81 \right] \cdot a^* \quad (39)$$

Значения λ^* , C_p^* , a^* являются функцией концентрации железного порошка:

$$\lambda^* = f(\bar{C}), \quad C^* = f(\bar{C}), \quad a^* = f(\bar{C}).$$

С помощью уравнения (37), (38) и (39) можно вычислить теплопроводность, теплоемкость и температуропроводность неисследованных магнитных жидкостей в зависимости от температуры, давления и от воздействия магнитного поля, для этого необходимо знать только массу добавляемого железного порошка или плотность испытуемого образца.

ВЫВОДЫ

1. Разработана и собрана экспериментальная установка для измерения температуропроводности и теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от давления и магнитного поля методом лазерной вспышки.
2. Впервые получены опытные данные по теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности коллоидных магнитных жидкостей при температуре ($T=298-423\text{K}$), давлении ($P=0,101 - 0,141 \text{ МПа}$) и векторе индукции магнитного поля ($B = 0-0,3866 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$).
3. Показано, что теплопроводность и температуропроводность исследуемых магнитных жидкостей при заданной температуре с ростом давления увеличивается, с ростом температуры при заданном давлении уменьшается, а теплоемкость наоборот – увеличивается, а также установлено, что с увеличением вектора магнитного поля теплопроводность и температуропроводность исследуемых магнитных жидкостей увеличивается, а теплоемкость уменьшается.
4. При обработке экспериментальных данных получены ряд эмпирических уравнений описывающие зависимость теплофизических свойств магнитных жидкостей от температуры, давления, индукции магнитного поля и массы ферромагнитного порошка.
5. Результаты полученные при теоретических и опытных исследований приняты к использованию и внедрены в различных промышленных предприятиях Республики Таджикистана, а также используются в учебном процессе Таджикского технического университета им. академика М.С.Осими в городе Душанбе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ:

1. **Джураев Д.С.** Уравнения типа Тейта для расчета теплопроводности магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев // Известия вузов. –Бишкек, 2010. – №4. –С.9–11.
2. **Джураев Д.С.** Расчет теплоемкости магнитных жидкостей в зависимости от давления и индукции магнитного поля при комнатной температуре. [Текст] / Д. С. Джураев // Известия вузов. –Бишкек, 2010. –№4. –С.3–5.
3. **Джураев Д.С.** Методика обобщения экспериментальных данных по температуропроводности магнитных жидкостей при высоких параметрах состояния. [Текст] / Д. С. Джураев // Наука и новые технологии. –Бишкек, 2010. –№4. –С.26–28.
4. **Джураев Д.С.** Уравнения типа Тейта для расчета плотности магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев // Наука и новые технологии. –Бишкек, 2010. –№4. –С.20–22.
5. **Джураев Д.С.** Математическое обработка теплофизических свойств магнитных жидкостей в зависимости от температуры [Текст] / Д. С. Джураев // Вестник Евразийский Национальный Университет им. Л. Н. Гумилева (научный журнал), 2011. –№4(83). –С.112–115.
6. **Джураев, Д.С.** Влияние температуры, давления и магнитного поля на изменение теплофизических свойств магнитных жидкостей / [М.М. Сафаров, Д. С. Джураев, М. А. Зарипова и др.]. –Худжанд.: Монография, 2010. –155 с.
7. **Джураев Д.С.** Термодинамические свойства магнитных жидкостей в зависимости от температуры при атмосферном давлении [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др. // Вестник ТНУ (научный журнал). –Худжанд, 2010. –№3(59). –С.161–164.
8. **Джураев Д.С.** Тепло-и температуропроводность магнитных жидкостей при атмосферном давлении [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др. // Вестник ТГУ. –Худжанд, 2009. –№2(6), – С.6–11.
9. **Джураев Д.С.** Влияние температуры, давления, и магнитного поля на изменения теплопроводности магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др.// Вестник ТГУ. –Худжанд, 2009. – №3(7), – С.9–15.
10. Джураев Д. С., Сафаров М.М. , Нажмудинов Ш.З. и др. Устройство для определения влияния магнитного поля на изменение температуропроводности магнитных жидкостей. № ТЈ 229. 2009.МПК (2006) G01 N 27/00; 17/74.
11. Джураев Д.С., Сафаров М.М. , Нажмудинов Ш.З. и др. Устройство для определения температуропроводности при комнатной температуре и атмосферном давлении путем лазерной вспышки № ТЈ 230. 2009.МПК (2006) G01N. 21/00.

12. Джураев Д.С., Сафаров М.М., Нажмуддинов Ш.З. и др. Устройство для определения температуропроводности магнитных жидкостей. № ТУ 292. 2010. МПК (2006) G01 N 27/00; 17/74.
13. Джураев Д.С., Сафаров М.М., Нажмудинов Ш.З. и др. . Способ определения теплопроводности магнитных жидкостей методом лазерной вспышки. № ТУ 316. 2010. МПК (2006) G01. N 21/00.
14. **Джураев Д. С.** Влияние магнитных полей на изменение температуропроводности и теплоемкости магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, Х.А. Зоиров и др. // IX Международного семинара. Магнитные фазовые переходы: сб. науч. тр. –Махачкала, 2009. –С.35–37.
15. **Джураев Д. С.** Экспериментальная установка для определения влияния магнитного поля на изменение температуропроводности магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, Х.А. Зоиров и др. // Теплофизические исследования и изменения в энергосбережении, при контроле, управлении и улучшении качества продукции, процессов и услуг. Международная теплофизическое школа. –Тамбов, 2010. –С.49–51.
16. **Джураев Д. С.** Взаимосвязь теплофизических свойств магнитных жидкостей с плотностью и массой ферромагнитного порошка при различных температурах и давлениях [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др. // X Международного семинара. Магнитные фазовые переходы: сб. науч. тр. –Махачкала, 2010. –С.139–142.
17. **Джураев Д. С.** Температурная зависимость теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности магнитных жидкостей при атмосферном давлении [Текст] / Д. С. Джураев // XIII Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ (с международным участием). –Новосибирск, Россия 28 июня-1 июля, 2011. –С.103–104.
18. **Джураев Д. С.** Экспериментальная установка для измерения теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от давления и индукции магнитного поля [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др. // XIII Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ (с международным участием). –Новосибирск, Россия 28 июня-1 июля 2011. –С.289–291.
19. **Джураев Д. С.** Магнетокалорические исследования горных пород [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров // Республиканская научно-практическая конференция. –Чкаловск «ДКМТ», 2008. –С.35–37.
20. **Джураев Д. С.** К вопросу определения влияния магнитного поля на изменение температуропроводности магнитных жидкостей. [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, А. А. Ходжиев и др. // Республиканская научно-практическая конференция: сб. науч. статей конференции посвященной празднованию годовщины Абуханифы (Имоми Азам). –Худжанд, 2009. –С.30–34.
21. **Джураев Д. С.** Влияние магнитных полей на изменение температуропроводности магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, Х. А. Зоиров // Материалы республиканской научно-практической

- конференции «Проблемы образования» посвященной 70-летию академика Академии педагогических наук, д.п.н. профессора Убайда Зубайдова. – Душанбе, 2009. –С.251–253.
22. **Джураев Д. С.** Расчетно-экспериментальное исследование термодинамических свойств магнитных жидкостей в зависимости от температуры и давления [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, Х. А. Зоиров // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Состояние и будущее энергетики Таджикистана». –Душанбе, 2009. –С.136–138.
23. **Djuraev D. S.** Thermal Conductivity of Magnetic Liquids at Room Temperature [Text] / M.M. Safarov, D. S. Djuraev, H.A. Zoirov // Seven Springs Mountain Resort August 29th-September 2nd, Pittsburgh, Pennsylvania USA, 2009. –P.23.
24. **Djuraev D. S.** Temperature Conductivity of Magnetic Liquids (Rocket Fuel) [Text] / M.M. Safarov, D. S. Djuraev, H.A. Zoirov // & oth. Boulder, Colorado USA June 21-26, 2009. –P.300–301.
25. **Джураев Д.С.** Математическая обработка теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от температуры [Текст] / Д. С. Джураев // Материалы V-й международной научно-практической конференции. Душанбе-2011. С. 50-53.
26. **Джураев Д.С.** Сушка трансформаторного масла ультрадисперсным силикагелем [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, Б.М. Болтуев // Материалы V-й международной научно-практической конференции. Душанбе-2011. С. 53-55.
27. **Джураев Д.С.** Область применение силикагеля в науке и технике [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, Болтуев Б.М. и др // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы энергетики Таджикистана». Душанбе-2011. С. 32-35.
28. **Джураев Д. С.** Измерение температуропроводности прозрачных композиционных материалов методом лазерной вспышки [Текст] / Сафаров М.М., Джураев Д. С., Анакулов М.М. и др. // Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы технологического образования высших, средних специальных и средних учебных заведениях». – Душанбе, 2009. –С.30.
29. **Джураев Д. С.** Взаимосвязь между температуропроводностью и плотностью магнитных жидкостей [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др. // Материалы международной конференции «Координационные соединения и аспекты их применения», посвященной 50-летию химического факультета. – Душанбе, 2009. – С.103.
30. **Джураев Д. С.** Влияние наноферромагнитных материалов на изменение теплопроводности теплоносителей [Текст] / Д. С. Джураев, М.М. Сафаров, М. А. Зарипова и др. // Материалы международной конференции «Координационные соединения и аспекты их применения», посвященной 50-летию химического факультета. –Душанбе, 2009. – С.111.

РЕЗЮМЕ

«Магниттик суюктуктардын жылуулук касиеттеринин өзгөрүшүнө температуранын, басымдын, жана магнит талаасынын аракеттери» деген темадагы Джураев Дадахон Собиржоновичтин 01.04.14. «Жылуулук физикасы жана теориялык жылуулук техникасы» адистиги боюнча техникалык илимдин кандидаты даражасына талапка арналган диссертациялык иши.

Негизги сөздөр; магниттик суюктук, трансформатордук май, ферромагниттик күкүм, жылуулук өткөрүмдүүлүк, тыгыздык, салыштырма изобаралык жылуулук сыйымдуулук, жылуулук өткөрүмдүүлүк, температура, басым, магнит талаанын физикасы, үзгүлтүксүз жылытуу методу менен лазердик жаркыраш, энтропия, энтальпия.

Изилденүүчү үлгү катары темир күкүмдөрү кошулган трансформатордук май колдонулду. Темир күкүмдөрүнүн кошунду массасы $m=0,1; 0,5; 0,2; 0,25; 0,3$ гр түзөт.

Диссертациялык иштин максаты болуп; (трансформатордук май + 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 гр Fe) өлчөмдөрүндөгү магниттик суюктуктун температура жана жылуулук өткөрүмдүүлүктөрүнүн, лазердик жарыктандыруу мааниси аркылуу алынган магниттик талаанын индукциясы жана басымдан көз карандылык эксперименталдык түзүлүштү тандоо жана түзүү, ошондой эле жылуулук өткөрүмдүүлүктүн, жылуулук сыйымдуулуктун, температура өткөрүмдүүлүктүн, жана температуранын (298- 423) К интервалындагы температуралык касиеттердин, басымдын (0,01-0,141) МПа ($0,159410^{-2}$ - $0,38661 \cdot 10^{-2}$) Тл маансиндеги магниттик талааны индукциялык вектордук эксперименталдык маанилери алынды.

Изилденүүчү үлгүлөрдүн жылуулук физикасы касиеттерин изилдөө үчүн; үзгүлтүксүз жылытуу аркылуу лазердик жарыктандыруу ыкмасы колдонулду. Жылуулук физикалык касиеттерин жылуулук өткөргүч, тыгыздык, температура өткөргүч) $\alpha=0,95$ ыктымалдуулугунда 3,2% , 2,7% жана 1,8% жалпы салыш-тырма катаны түздү.

Изилденген жылуулук физикасы (жылуулук өткөргүчтүк, тыгыздык, температура өткөргүчтүүлүк) жана коллоиддик магниттик суюктуктардын магниттик касиеттери молекулярдык структуралык деңгээлдеги системанын жылуулук касиеттерин аныктоого жардам берет.

Температура өткөрүмдүүлүктүн жана магниттик суюктуктардын жылуулук өткөрүмдүүлүктөрүнүн басымдан жана лазердик жарыктандыруу аркылуу алынган магниттик талаадан көз карандылыгын өлчөө үчүн эксперименталдык түзүлүш изилденди жана чогултулду.

Алгачкы жолу жылуулук өткөрүмдүүлүктүн, жылуулук сыйымдуулуктун, коллоиддик магниттик суюктуктардын, жана ($T=298-423$ К), температуралык, өткөргүчтөрдүн) басымын ($P=0,101- 0,141$ МПа), жана магниттик талаанын индукция векторунун ($B=0-0,3866 \cdot 10^{-2}$ Тл) эксперименталдык негиздери аныкталды.

РЕЗЮМЕ

диссертации Джураева Дадахона Собиrhoновича на тему: “Влияние температуры, давления и магнитного поля на изменение теплофизических свойств магнитных жидкостей” на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Ключевые слова: магнитный жидкость, трансформаторная масла, ферромагнитный порошок, теплопроводность, плотность, удельная изобарная теплоемкость, температуропроводность, температура, давление, индукция магнитного поля, метод монотонного разогрева и лазерной вспышки, энтропия, энальпия.

В качестве исследуемых образцов использовано трансформаторное масло с добавкой железного порошка. Количество добавляемых железных порошков равны $m=0,1; 0,15; 0,2; 0,25$ и $0,3$ гр.

Целью диссертационной работы являются разработка и создание экспериментальной установки для измерения температуропроводности и теплопроводности магнитных жидкостей (трансформаторного масла $+0,1; 0,15; 0,2; 0,25$ и $0,3$ гр Fe) в зависимости от давления и индукции магнитного поля методом лазерной вспышки и получение экспериментальных значений теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности и термодинамических свойств в интервале температур $(298-423)$ К, давления $(0,101 - 0,141)$ МПа и вектора индукции магнитного поля $(0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2})$ Тл.

Для измерения теплофизических свойств исследуемых образцов использованы метод монотонного разогрева, метод лазерной вспышки. Общая относительная погрешность измерения теплофизических свойств (теплопроводность, теплоемкость, плотность и температуропроводность) при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ соответственно равны $3,2\%, 2,7\%$ и $1,8\%$.

Исследован комплекс теплофизических (теплопроводность, плотность и температуропроводность) и термодинамических свойств коллоидных магнитных жидкостей, позволяющих прогнозировать теплофизические свойства системы на основе их молекулярных структур.

Разработана и собрана экспериментальная установка для измерения температуропроводности и теплопроводности магнитных жидкостей в зависимости от давления и магнитного поля методом лазерной вспышки.

Впервые получены экспериментальные данные по теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности коллоидных магнитных жидкостей при температуре $(T=298-423)$ К, давлении $(P = 0,101 - 0,141)$ МПа, и векторе индукции магнитного поля $(B=0,3866 \cdot 10^{-2})$ Тл.

SUMMARY

dissertation Juraeva Dadakhona Sobirjonovicha to subjects: "Influence of the temperature, pressures and magnetic field on change thermophysical properties of the magnetic liquids" on competition degree candidate of the technical sciences on professions 01.04.14 – thermo physical and theoretical heat engineering.

Key words: magnetic liquids, transformer butter, ferromagnetic powder, heat conductivity, density, specific heat capacity, thermal conductivity, the temperature, pressure, induction of the magnetic field, method monotonous warm up and laser flash, entropy, enthalpy.

As under investigation sample is used transformer butter with additive of iron powder. The amount added iron powder are $m=0,1; 0,15; 0,2; 0,25$ and $0,3$ gr.

Purpose dissertation work are the development and making the experimental installation for measurement temperature conductivity and heat conductivity magnetic liquids (the transformer butter $+0,1; 0,15; 0,2; 0,25$ and $0,3$ gr Fe) depending on pressures and inductions of the magnetic field by method of the laser flash and reception of experimental importance's heat conductivity, specific heat capacity, temperature conductivity and thermodynamic characteristic in interval of the temperature ($298-423$) K, pressures ($0,101 - 0,141$) MPA and vector to inductions of the magnetic field ($0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2}$) Tl.

For measurement thermo physical characteristic under investigation sample are used method monotonous warm up method of the laser flash. General relative inaccuracy measurements thermo physical characteristic (heat conductivity, specific heat capacity, density, thermal conductivity) at confidence-flesh probability accordingly are $3,2\%$, $2,7\%$ and $1,8\%$.

The explored complex thermo physical (heat conductivity, specific heat capacity, density, thermal conductivity) and thermodynamic characteristic of the colloidal magnetic liquids, allowing forecast the thermo physical a characteristic systems on base their molecular structures.

It is designed and collected experimental installation for measurement temperature conductivity and heat conductivity magnetic liquids depending on pressures and magnetic field by method of the laser flash.

Are they for the first time received experimental given on heat conductivity, specific heat capacity, density, thermal conductivity colloidal magnetic liquids at the temperature ($T=298-423$ K), pressure ($P = 0,101 - 0,141$ MPa), and vector to inductions of the magnetic field ($B = 0-0,3866 \cdot 10^{-2}$ T).