

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Котова Артема Николаевича

«Методы и средства исследования тепловой релаксации конденсированных сред при локальном импульсном воздействии с микросекундным разрешением», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики

В рецензируемой работе выбран ряд объектов исследования, в том числе:

а) процесс образования паровой фазы в рабочем теле при импульсном подводе тепловой энергии,  $Q$ , в заданных граничных условиях,

б) движение паровой фазы на границе световод - жидкость (рабочее тело),

в) метод  $A$  и технические средства для генерации энергии  $Q$  с использованием лазерного излучения и световода, размещенного в жидком образце,

г) метод  $B$  и технические средства для измерения первичных данных  $X$ , которые получает оператор при реализации указанного метода; так, при реализации метода  $B$  на экспериментальной установке измеряются  $(U, t)$  данные, которые позволяют вычислить скорость перемещения границы раздела фаз,  $Y_1=V(t)$ ; для указанного расчета разработаны некоторый алгоритм и программное обеспечение (ПО).

В автореферате дано описание установки, которая ориентирована на метод  $B$ ; с ее помощью выполнены измерения заданных теплофизических характеристик,  $Y=(Y_1, Y_2, \dots)$ , в том числе определена скорость перемещения границы раздела фаз,  $Y_1=V(t)$ , рабочего тела в заданных граничных условиях. При реализации метода  $B$  измеряются первичные данные,  $X=(X_1, X_2, \dots)$ , включая,  $X_1=(U, t)$  данные; последние фиксируются осциллографом. Эти данные являются результатом взаимодействия лазерного излучения с образцом, который представляет собой рабочее тело и размещен в экспериментальной установке. В качестве  $X_2$  фиксируется частота  $f$  колебаний, относящихся к сигналу - отклику  $U(t)$  (отраженный сигнал).

В реферате достаточно подробно описаны блоки данной установки. Среди последних отметим, во-первых, оптоэлектронную схему «накачка-зондирование», которая позволяет реализовать метод  $A$  для генерации энергии  $Q$  в форме импульса с лазерным воздействием на образец. В рамках метода  $A$  наряду с указанной генерацией эта схема осуществляет одновременную фиксацию сигнала-отклика через один оптоволоконный зонд. Данная схема включает необходимые блоки, которые обеспечивают получение первичных данных  $X$  с хорошими метрологическими характеристиками:

1) импульсный лазерный источник с цифровым управлением, обеспечивающий генерацию импульсов длительностью 1–100 нс с шагом регулировки в 1 нс и регулировку интенсивности в диапазоне от 50 мВт до 16 Вт,

2) фотодетектор с коэффициентом передачи 100 мВ/мкВт, порогом чувствительности 200 нВт и полосой пропускания в 100 МГц.

Во-вторых, созданные автором оптоэлектронные устройства, которые обеспечивают подвод энергии  $Q$  в миниатюрную камеру, содержащую образец, а также вывод лазерного излучения на соответствующий датчик - преобразователь. Предложенные блоки дали возможность получить первичные данные  $X$  рассчитать характеристики,  $Y$ , в том числе скорость перемещения границы  $Y_1=V(t)$ .

Представляет интерес метод  $C$  и технические средства для измерения первичных данных  $X$ , которые связаны с локальным импульсным нагревом твердого образца, граничащего с рабочим телом; так, при реализации метода  $C$  на второй экспериментальной установке измеряются первичные  $X$  данные, которые позволяют вычислить:  $Y_2=T(t)$  и  $Y_3=uz(t)$ , здесь  $T$ - температура в центре образца,  $uz$  - деформация в центре образца. Для расчета указанных теплофизических характеристик,  $Y$  автором предложен алгоритм и соответствующее ПО. Предложенные технические средства

обеспечивают получение первичных данных  $X$  с хорошими метрологическими характеристиками.

У рецензента не появилось существенных замечаний по данному автореферату.

Результаты, полученные в данной работе, найдут применение для описания упомянутых характеристик,  $Y$  рабочих тел, которые применяются в современных технологиях, связанных: а) с фазовыми превращениями рабочих тел, б) с нестационарными процессами теплообмена на границе образец - жидкое рабочее тело. Результаты работы достаточно полно представлены в 14 статьях в рецензируемых журналах, а также в трудах российских и международных научных конференций.

Диссертационная работа Котова А.Н. представляет собой законченное научное исследование, выполнена на высоком научно-исследовательском уровне и соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ. Диссертация соответствует специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики и отрасли наук, по которым она представлена к защите. Считаю, что Котов Артем Николаевич заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики.

Кандидат техн. наук, доцент

кафедры Инженерной теплофизики

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Устюжанин Евгений Евгеньевич

Дата: 15 мая 2024 г.

Подпись сотрудника НИУ «МЭИ» Устюжанина Е.Е. удостоверяю.

Зам. Начальник управления по работе с персоналом

(Полевая Л.И.)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»), почтовый адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, тел. +7(495)362-75-60, e-mail: [universe@mpei.ac.ru](mailto:universe@mpei.ac.ru) ; официальный сайт: <https://mpei.ru/Pages/default.aspx> .