

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воробьева Егора Евгеньевича «Кинетика ползучести и неустойчивость циркониевых труб под давлением», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Основными задачами развития атомной энергетики являются рентабельное функционирование ядерных энергетических установок (ЯЭУ) и повышение надежности их работы. В настоящее время атомная энергетика во всем мире и в России в том числе базируется на водоохлаждаемых энергетических реакторах на тепловых нейтронах, в которых ключевую позицию занимают твэлы, состоящие из топливных таблеток и циркониевых оболочечных труб. Повышение устойчивости оболочечных труб в условиях высоких давлений теплоносителя на начальном этапе эксплуатации и распухающих таблеток на заключительных этапах, а также возможность прогнозирования их поведения в экстремальных условиях, чему посвящена рассматриваемая диссертационная работа, является актуальным направлением развития атомной энергетики.

Работа Воробьева Егора Евгеньевича направлена на поиск аналитического решения задачи о формоизменении труб при термической ползучести под действием гидростатического давления, а также на экспериментальное подтверждение полученного решения применительно к оболочкам твэлов разного диаметра, испытанных в интервале рабочих температур и напряжений. Работа базируется на единственном методе измерения овальности (эллиптичности) испытываемых труб и последующей статистической обработке полученных данных с помощью нелинейной параметризации гипотезы на максимум правдоподобия. Безусловно, интересным и очень полезным является сопоставление процессов ползучести, реализующихся в оболочечных трубах при их испытании под внутренним и наружным гидростатическим давлением. Это позволит исследователям в дальнейшем обоснованно выбирать схему эксперимента. Правда, из текста автореферата не понятно, находились ли трубы в одинаковых условиях, т.е. в какой среде испытывались трубы, заполненные инертным газом.

По автореферату диссертации Воробьева Е.Е. можно сделать следующие замечания:

1) Как и в случае большинства других работ по измерению ползучести труб оценивается только изменение диаметра, и не рассматривается второй размер испытываемого образца, т.е. его длина, хотя на трубу наносились риски, которые можно было бы использовать для оценки продольной деформации трубы. Изменение расстояния



между рисками является дополнительной информацией о процессе ползучести и действовавших механизмах. Однако автор не использовал такой возможности.

2) К описанию основного уравнения ползучести привлекается дислокационный механизм, на самом деле уравнение построено на анализе пластической деформации сплошной среды, не учитывающей активность разных систем деформации и анизотропию упругих и пластических свойств исследованных оболочечных труб.

Сделанные замечания носят характер пожеланий на будущее и не снижают общей положительной оценки рецензируемой работы. В целом, диссертационная работа Воробьева Е.Е. выполнена на высоком научном уровне. Основные результаты, изложенные в автореферате диссертации, представляются вполне достоверными и имеют как практическую, так и научную ценность.

По объему представленных экспериментальных данных, по их достоверности и новизне, по глубине их теоретической проработки, по научной и практической значимости результатов, изложенных в четырех публикациях, диссертация Воробьева Е.Е. соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Воробьев Егор Евгеньевич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

ГУ ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
НИЯУ МИФИ,

115409, г. Москва, Каширское шоссе, 31

Тел. +7-495-788-5699 доб. 9639

e-mail: [MGIsaenkova@mephi.ru](mailto:MGIsaenkova@mephi.ru)

Исаенкова Маргарита Геннадьевна, доктор физ.-мат.наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», профессор отделения ядерной физики и технологий офиса образовательных программ Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ

*И. И. 2019.*



Подпись удостоверяю  
Заместитель начальника отдела  
документационного обеспечения  
НИЯУ МИФИ  
*А.А. Абатурова*  
А.А. Абатурова