

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.06,
созданного на базе международной межправительственной организации

Объединённого института ядерных исследований

по диссертации на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29 июня 2018 г. №247

о присуждении **Орлову Николаю Николаевичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние облучения ионами на наноструктуру дисперсно-упрочнённых оксидами сталей» по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния принята к защите 27 октября 2017 года, протокол № 243 диссертационным советом Д720.001.06 на базе международной межправительственной организации Объединённый институт ядерных исследований (141980, г. Дубна Московской обл., ул. Жолио-Кюри, д. 6).

Соискатель Орлов Николай Николаевич 1988 года рождения. В 2011 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31), выдавшее 12 апреля 2011 года диплом о высшем образовании № ВСГ 4747274, регистрационный № 70. В 2014 году Орлов Н.Н. окончил аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт Теоретической и Экспериментальной Физики» по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» (117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25). В 2015 году Орлов Н.Н. окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследова-

тельский ядерный университет «МИФИ» (115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31), выдавшую 27 июля 2015 года диплом о высшем образовании № 107704 0004678, регистрационный № 172.

Орлов Н.Н. работает в должности инженера в лаборатории атомно-масштабных методов исследования конденсированных сред Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25).

Диссертация выполнена в лаборатории атомно-масштабных методов исследования конденсированных сред Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И.Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25).

Научный руководитель – Рогожкин Сергей Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой «Физика экстремальных состояний вещества» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Официальные оппоненты: Бондаренко Геннадий Германович, доктор физико-математических наук, профессор департамента электронной инженерии Московского института электроники и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» г. Москва и Чернобаева Анна Андреевна, доктор технических наук начальник лаборатории ресурса конструкционных материалов Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» г. Москва дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара» г. Москва (АО «ВНИИНМ») в своём положительном заключении, подписанном Генеральным директором АО «ВНИИНМ», к.х.н., Карпюком Л.А., начальником отдела П-320, к.т.н., доцентом, Леонтьевой-Смирновой М.В., заместителем Генерального директора АО «ВНИИНМ», к.т.н., Перцевым А.А., ведущим научным сотрудником, к.т.н., Науменко И.А. отметила, что диссертационная работа Н.Н. Орлова представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую новые результаты. Диссертация написана на высоком научном уровне, характеризуется проработанностью используемых моделей, методов. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации. Результаты и выводы диссертационной работы имеют важное научно-практическое значение для разработки конструкционных сталей и сплавов для ядерных реакторов нового поколения и рекомендуются для научного и прикладного использования в организациях, разрабатывающих и исследующих конструкционные материалы для ядерной техники (АО «НИИАР», АО «ИРМ», АО «ФЭИ», НИЦ «Курчатовский институт», НИЯУ «МИФИ», ИФМ ФАНО РАН и др.). По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а её автор - Орлов Николай Николаевич - достоин присвоения искомой степени по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, известностью их работ в научных кругах, достижений в области физики конденсированного состояния, способностью определить актуальность, научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

На автореферат диссертации Орлова Н.Н. поступили положительные отзывы:

- отзыв главного научного сотрудника лаборатории механических свойств «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН» г. Екатеринбург, члена-корреспондента РАН, д.т.н., профессора Сагарадзе В.В.;
- отзыв ведущего научного сотрудника отделения реакторного материаловедения АО «Государственный научный центр Научно-исследовательский институт атомных реакторов» г. Димитровград, д.т.н., Неустроева В.С.;
- отзыв ведущего научного сотрудника кафедры теории упругости «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» г. Санкт-Петербург, д.ф.-м.н., Беляева С.П.;
- отзыв заведующего лабораторией «Воздействие излучений на металлы» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН» г. Москва, д.ф.-м.н., Пименова В.Н.

Соискатель имеет 34 опубликованных работы по теме диссертации, из которых 9 статьи в научных изданиях, цитируемых базами данных Web of Science, Scopus, РИНЦ. Работы опубликованы в известных журналах с высокими рейтингами. Сведения о публикациях являются достоверными. Суммарный объем публикаций составляет 70 страниц.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Evolution of microstructure in advanced ferritic-martensitic steels under irradiation: the origin of low temperature radiation embrittlement / Rogozhkin S., Nikitin A., Orlov N., Bogachev A., Korchuganova O., Aleev A., Zaluzhnyi A., Kulevoy T., Lindau R., Möslang A., Vladimirov P. // MRS Advances. Materials Research Society. 2017. – V.2. – P. 1143–1155.

2. Nanostructure evolution in ODS steels under ion irradiation / Rogozhkin S., Bogachev A., Korchuganova O., Nikitin A., Orlov N., Aleev A., Zaluzhnyi A., Kulevoy T., Chalykh B., Lindau R., Möslang A., Vladimirov P., Klimenkov M., Heilmaier M., Wagner J., Seils S. // *Journal of Nuclear materials and energy*. – 2016. – V.9. – P.66–74.
3. Перестройка наноструктуры стали ODS Eurofer после облучения до дозы 32 сна Рогожкин С.В., Орлов Н.Н., Алеев А.А., Залужный А.Г., Козодаев М.А., Куйбида Р.П., Кулевой Т.В., Никитин А.А., Чалых Б.Б., Lindau R., Moslang A., Vladimirov P. // *Физика металлов и металловедение*. – 2015. – Т.116. – №1. – С.76–82.
4. Nanoscale characterization of 13.5% Cr oxide dispersion strengthened steels with various titanium concentrations / Rogozhkin S.V., Orlov N.N., Nikitin A.A., Aleev A.A., Zaluzhnyi A.G., Kozodaev M.A., Lindau R., Möslang A., and Vladimirov P. // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2015. – V.6. – №2. – P.151–155.
5. Имитационный эксперимент по изучению радиационной стойкости перспективной ферритно-мартенситной стали, упрочненной дисперсными включениями / Рогожкин С.В., Кулевой Т.В., Искандаров Н.А., Орлов Н.Н., Чалых Б.Б., Алеев А.А., Грачев Н.Ю., Куйбида Р.П., Никитин А.А., Фертман А.Д., Шишмарев В.Б. // *Атомная энергия*. – 2013. – Т.114. – С.12–16.
6. Влияние облучения тяжелыми ионами на наноструктуру перспективных материалов ядерных энергетических установок / С.В. Рогожкин, А.А. Алеев, А.Г. Залужный, Р.П. Куйбида, Т.В. Кулевой, А.А. Никитин, Н.Н. Орлов, Б.Б. Чалых, В.Б. Шишмарев // *Физика металлов и металловедение*. – 2012. – Т.113. – №2. – С.212–224.

Диссертационный совет отмечает, что соискателем получен ряд важных экспериментальных результатов, касающихся эволюции наномасштабных особенностей дисперсно-упрочненных оксидами сталей - перспективных конструкционных материалов ядерных реакторов - при облучении ионами. На основании выполнен-

ных соискателем исследований:

- разработана методика облучения образцов-игл дисперсно-упрочненных оксидами сталей тяжелыми ионами и их последующих исследований методом томографической атомно-зондовой микроскопии;
- получены оригинальные данные о деталях изменения наномасштабных особенностей структуры перспективных реакторных конструкционных материалов (ODS Eurofer, 13.5%Cr-ODS и 13.5%Cr-ODS с содержанием 0.3 мас.% Ti) под воздействием облучения тяжелыми ионами;
- показано, что основные закономерности изменения наномасштабного состояния дисперсно-упрочненных оксидами сталей под воздействием облучения тяжелыми ионами находятся в хорошем согласии с данными реакторного облучения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработанная методика облучения образцов-игл дисперсно-упрочненных оксидами сталей тяжелыми ионами и их последующих исследований методом атомно-зондовой томографии может быть использована для первичной оценки радиационной стойкости новых разрабатываемых реакторных материалов;
- установленные закономерности могут быть использованы для прогнозирования упрочнения и потери пластичности конструкционных материалов ядерных реакторов, что позволяет расширить базу экспериментальных данных для разработки рекомендаций по повышению радиационной стойкости, оптимизации и выбору перспективных конструкционных материалов ядерных энергетических установок нового поколения с повышенными ресурсом, эффективностью и безопасностью.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- результаты, представленные в диссертационной работе, базируются на использовании современных общепризнанных методов и приборов (просвечивающая электронная микроскопия, атомно-зондовая томография, метод фокусированного ионного пучка и т.д.), широко используемых в мире при проведении исследований структурно-фазового состояния облученных материалов, в частности дисперсно-упрочненных оксидами сталей. Оценки погрешностей измерений не вызывают сомнений и свидетельствует о корректности выводов. Полученные экспериментальные данные не противоречат друг другу. Материалы диссертации широко обсуждены на российских и международных научных мероприятиях высокого уровня, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах;
- результаты, полученные автором, находятся в хорошем согласии с данными, которые получены другими исследователями и представлены в независимых рецензируемых источниках.

Личный вклад автора состоит в его определяющем участии на всех этапах работы, начиная с выбора темы и постановки задач. Автором самостоятельно осуществлены работы по приготовлению образцов для томографической атомно-зондовой микроскопии и подготовке экспериментальныхборок для облучения на ускорителе, моделированию взаимодействия пучка ионов с изучаемыми образцами, при помощи программ SRIM, исследованию образцов на просвечивающем электронном микроскопе до и после облучения, проведению исследований облученных образцов на оптическом томографическом атомном зонде (ИТЭФ); обработке и анализу полученных результатов. Обсуждение результатов и формулирование выводов проводились совместно с научным руководителем. В работах, опубликованных в соавторстве, автору принадлежат результаты, сформулированные в защищаемых положениях и выводах.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критериям внутреннего единства, что подтверждается анализом ре-

зультатов и сравнением их с экспериментальными данными. Поставленные в работе цели достигнуты, задачи решены на высоком научном уровне. Представленные в диссертации результаты достоверны.

На заседании 29 июня 2018 года диссертационный совет сделал вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, и принял решение присудить Орлову Н.Н. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени 20, против присуждения ученой степени - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета,
академик РАН

Оганесян Ю.Ц.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Попеко А.Г.

Дата оформления заключения: 3 июля 2018 г.