

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Саблина Михаила Николаевича  
«Влияние структуры и термомодеформационной обработки на коррозию и радиационное  
формоизменение направляющих каналов из сплава Э635», представленную на соискание  
учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и  
термическая обработка металлов и сплавов»

Водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР) являются основным типом атомных реакторов, эксплуатируемых в России. Проводятся постоянные работы по их модернизации. Повышается мощность эксплуатации реакторов ВВЭР-1000 (до 107 % от номинальной) и глубина выгорания в них топлива (до 75 МВт×сут/кгU), введены и вводятся в эксплуатацию более мощные реакторы типа ВВЭР-1200 и ВВЭР-1300. В качестве конструкционных материалов в этих реакторах используются циркониевые сплавы. Такая модернизация реакторов ВВЭР приводит к ускорению коррозии и формоизменения циркониевых сплавов и может стать фактором, ограничивающим их ресурс.

Поэтому, выполнение работ по повышению стойкости к коррозии и формоизменению циркониевых комплектов штатных и совершенствуемых ТВС действующих и перспективных реакторов ВВЭР является актуальной задачей.

Диссертационная работа Саблина М.Н. посвящена повышению стойкости к коррозии и радиационной стойкости направляющих каналов из сплава Э635, в том числе с гидротормозом.

Актуальность диссертационной работы подтверждена выполнением её в рамках «Программы реализации стратегии топливной кампании в части ядерного топлива на период 2021-2030 г.г.», «Программы научно-технических работ по реализации коммерческих поставок топлива ТВС-КВАДРАТ на АЭС «Ringhals»» и программы «Развитие циркониевых материалов и технологий для атомной энергетики на период 2022-2026 годы».

Диссертационная работа содержит новые научные результаты, связанные с оценкой влияния состава частиц интерметаллидов в структуре сплава Э635 на его коррозионную стойкость, влиянием степени рекристаллизации на стойкость сплава Э635 к радиационной ползучести при сжатии и растяжении и кратковременные механические свойства, стойкость к радиационному росту, а также влиянием тангенциальной текстуры и радиально ориентированных выделений гидридной фазы на коррозионную стойкость сплава Э635.

На основании полученных результатов были рекомендованы и внедрены в серийное производство режимы и параметры изготовления труб из сплава Э635 с высокодисперсной микроструктурой и улучшенной коррозионной стойкостью, а также обосновано использование направляющих каналов с гидротормозом в конструкции ТВС реакторов ВВЭР-1000 и PWR и внедрения их в серийное производство. Практическое использование результатов данной работы подтверждено Актом об использовании результатов диссертационной работы (Акт АО ЧМЗ № 19-101/1222-Акт от 23.04.2025).

Основные результаты работы представлялись на одиннадцати российских и международных научных конференциях, опубликованы в восьми журналах из перечня, рекомендованного

ВАК РФ. Кроме того, результаты работы были использованы для оформления патента (№ RU 2798022 C1).

Достоверность результатов работы обеспечена за счет современных методов и использования оборудования высокой точности, в том числе для измерений изменения геометрических размеров образцов.

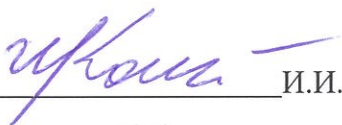
Как замечание к данной работе можно сказать о том, что не совсем понятно, как будет влиять на коррозионную стойкость сплава увеличение объемной доли интерметаллидной Т-фазы, которая была идентифицирована как выделения  $(Zr,Nb)_2Fe$ . Такие результаты могли бы быть полезны в дальнейшем при использовании циркониевых сплавов с высоким содержанием железа (более 0,35 масс. %).

Несмотря на замечание, общее впечатление от работы – положительное.

Диссертационная работа «Влияние структуры и термомеханической обработки на коррозию и радиационное формоизменение направляющих каналов из сплава Э635», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор работы Саблин М.Н. достоин присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Заместитель директора института промышленных  
ядерных технологий НИЯУ МИФИ,  
док.физ.-мат. наук.

  
И.И. Коновалов  
дата

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское шоссе, д.31

Телефон: + 7 (985) 073-07-25

Адрес электронной почты: I.Kononov@mephi.ru

Подпись Коновалова И.И. заверяю:



Э.М. Глановский

дата