

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Саблина Михаила Николаевича  
«Влияние структуры и термдеформационной 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»

Циркониевые сплавы активно используются в качестве конструкционных материалов для изготовления комплектующих тепловыделяющих сборок (ТВС) для легководных атомных реакторов типа ВВЭР и PWR. Выбор циркониевых сплавов для изготовления комплектующих ТВС для реакторов ВВЭР и PWR обусловлен в первую очередь их низким сечением захвата тепловых нейтронов, что позволяет поддерживать эффективную работу реактора. При этом, в процессе эксплуатации в активной зоне атомного реактора циркониевые комплектующие подвержены окислению и формоизменению, что в конечном счете может ограничить их ресурс. Поэтому, работы, направленные на повышение стойкости к коррозии и формоизменению циркониевых сплавов для ТВС реакторов ВВЭР и PWR, являются актуальными.

Циркониевый сплав Э635 используется для изготовления направляющих каналов. Направляющие каналы относятся к системе управления реактором, поэтому обеспечение их высокой стойкости к коррозии и формоизменению является не только актуальной, но и важной научной и практической задачей с точки зрения обеспечения безопасности эксплуатации реактора.

Диссертационная работа Саблина М.Н. посвящена изучению влияния структуры и текстуры на стойкость к коррозии и формоизменению направляющих каналов из сплава Э635. В работе представлены новые интересные научные результаты, которые показывают, что можно улучшить эксплуатационные характеристики сплава, не меняя его химический состав. В частности, корректировка технологии изготовления труб в части изменения режимов термической обработки позволила оптимизировать фазовый состав сплава (исключить образование частиц интерметаллидов Т-фазы) и повысить его коррозионную стойкость. Ранее такое изменение фазового состава сплава не рассматривалось в качестве инструмента повышения его коррозионной стойкости.

Не меньший интерес вызывают результаты, касающиеся влияния степени рекристаллизации на характеристики радиационной ползучести и механических свойств сплава Э635 после нейтронного облучения. Полученные результаты показывают, что повышение степени рекристаллизации позволяет повысить стойкость сплава к формоизменению, не понизив при этом его прочностные свойства.

Результаты по влиянию текстуры на радиационную ползучесть и механические свойства важны не только с точки зрения обеспечения производства новых изделий (таких как направляющие каналы с гидротормозом), но и показывают, что под действием облучения влияние текстуры на стойкость к формоизменению сплава сохраняется.

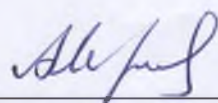
Достоверность результатов обеспечивается современными методами исследований, а также использованием высокоточного оборудования для выполнения измерений.

Результаты работы представлялись на одиннадцати российских и международных конференциях, опубликованы в восьми журналах из перечня, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работы были также использованы при оформлении патента ((№ RU 2798022 C1).

В замечание к данной работе можно сказать, что, исходя из текста автореферата, оптимизация фазового состава позволила повысить стойкость сплава Э635 к равномерной коррозии. Однако, известно, что циркониевые сплавы могут быть подвержены и нодулярной коррозии. На сегодняшний день считается, что сплав Э635 не подвержен нодулярной коррозии. Однако, эти данные были получены до проведения описанных в работе корректировок процессе изготовления труб. Поэтому, не совсем понятно, сохранится ли такое преимущество сплава Э635 после корректировки процесс изготовления и, соответственно, фазового состава.

Такое замечание не снижает общего положительного впечатления от диссертационной работы. В целом, работа выполнена на высоком научном уровне.

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 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Саблин М.Н. достоин присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук», главный научный сотрудник лаборатории коррозии металлов в природных условиях, д.х.н., профессор	 А.И. Маршаков
Адрес: 119071, г. Москва, Ленинский пр-т., д. 31, корп. 4, ИФХЭ РАН Телефон: 8 (495) 334-98-05; 8 (903) 764-95-82 Адрес электронной почты: a_marshakov@mail.ru	01.07.2025 г.
Подпись Маршакова Андрея Игоревича заверяю:	