

ОТЗЫВ  
на автореферат диссертации

Асхадуллина Радомира Шамильевича

на тему «Разработка устройств регулирования содержания примеси растворенного кислорода (массообменных аппаратов) в тяжелых жидкокометаллических теплоносителях (свинец, свинец-висмут) исследовательских стендов и перспективных реакторных установок», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.9 - Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность

В соответствии со Стратегией развития ядерной энергетики России до 2050 г. в нашей стране осуществляется разработка реакторов на быстрых нейтронах с тяжёлыми жидкокометаллическими теплоносителями (ТЖМТ) – свинцом и эвтектическим сплавом свинец-висмут. К 2029 г. планируется ввести в эксплуатацию реакторную установку (РУ) «БРЕСТ-ОД-300» со свинцовым теплоносителем. Завершено проектирование реакторной установки «СВБР-100» со свинцово-висмутовым теплоносителем. Начата разработка реактора «БР-1200» со свинцовым теплоносителем. Аналогичные разработки осуществляются сейчас в Китае, Японии, США.

Следует отметить, что расплавы эвтектики свинец-висмут и свинца оказывают коррозионно-активное воздействие на конструкционные материалы ядерных энергетических установок и других аппаратов и могут применяться в циркуляционных неизотермических контурах из сталей, контактирующих с ТЖМТ, исключительно при наличии на их поверхностях защитных оксидных покрытий. Покрытия же эти формируются и присутствуют на сталях только при строго заданных диапазонах значений концентраций кислорода, растворенного в расплавах. При меньших концентрациях кислорода в ТЖМТ защитные покрытия на сталях разрушаются вследствие диссоциации, а при больших

концентрациях они разрушаются из-за чрезмерного увеличения толщины и рыхлости.

Поэтому актуальность рассматриваемой диссертационной работы Асхадуллина Р.Ш., посвященной разработке массообменных аппаратов (МА) для управляемой подпитки растворенным кислородом свинцового и свинцово-висмутового теплоносителей с целью формирования и поддержания целостности защитных оксидных покрытий на сталях исследовательских стендов и перспективных реакторных установок малой и средней мощности с различными объемами ТЖМТ и различными поверхностями сталей ЭП-823, ЭП-302, 12Х18Н10Т в температурном диапазоне (420-540) °С, не вызывает сомнений.

При выполнении диссертации Асхадуллиным Р.Ш. выполнены следующие задачи:

- 1) Анализ существующих методов и средств регулирования содержания примеси растворенного кислорода в циркуляционных контурах и установках с тяжелыми жидкокометаллическими теплоносителями (Pb, Pb–Bi).
- 2) Физико-химические исследования в обоснование применения твердофазного метода для регулирования содержания (термодинамической активности) примеси растворенного кислорода в свинцовом (свинцово-висмутовом) теплоносителе.
- 3) Разработка и обоснование конструкций массообменных аппаратов (МА) для исследовательских стендов и установок с теплоносителями Pb, Pb–Bi, длительная эксплуатация МА в составе многочисленных стендов.
- 4) Разработка и обоснование конструкции массообменного аппарата для регулирования содержания (термодинамической активности (ТДА)) примеси растворенного кислорода в свинцово-висмутовом теплоносителе реакторных установок гражданского назначения.
- 5) Разработка методологии создания и обоснование конструкции массообменного аппарата для регулирования содержания (ТДА) примеси

растворенного кислорода в свинцовом теплоносителе реакторных установок малой и средней мощности.

К научной новизне диссертации можно отнести: полученные экспериментальные данные и критериальную зависимость, характеризующие массоотдачу гранул твердофазного PbO – материала засыпки массообменных аппаратов; полученные экспериментальные данные и зависимость гидравлического сопротивления слоя засыпки гранул PbO потоку ТЖМТ, проходящему сквозь МА; температурные зависимости растворимости кислорода в свинце и свинце-висмуте; разработанные автором конструкции массообменных аппаратов разного принципа действия для различных исследовательских стендов и перспективных РУ с ТЖМТ; методику определения производительности массообменных аппаратов с различными побудителями расхода теплоносителя через засыпку из гранул PbO; концепцию и структуру автоматизированной системы регулирования содержания (термодинамической активности) кислорода в ТЖМТ. Разработки автора защищены 11 патентами (Российская Федерация).

Несомненна практическая значимость диссертационной работы. Разработанные автором 58 МА поставлены для эксплуатации и обеспечения выполнения программ НИОКР с ТЖМТ в несколько организаций (ИРМ, ФЭИ, НИКИЭТ, ЦНИИ КМ «Прометей», НГТУ, ЦКБМ, НИТИ, ENEA (Италия). Автор разработал технологию, благодаря которой было изготовлено 720 кг гранул PbO для заполнения этих аппаратов. Также диссертационная работа содержит регламенты работы МА, адаптированные к каждому стенду разных организаций. Поставленные в ИРМ массообменные аппараты обеспечили проведение длительных материаловедческих испытаний образцов сталей и оборудования в условиях облучения по программам НИОКР для обоснования реакторной установки «БРЕСТ-ОД-300». Асхадуллиным Р.Ш. обоснованы конструкции массообменных аппаратов применительно к реакторным установкам «СВБР-100» (МА со встроенным нагревателем) и «БРЕСТ-ОД-300» (МА со встроенным насосом).

Важно отметить, что результаты, полученные в данной диссертации, применялись при разработке технических проектов массообменных аппаратов для РУ «БРЕСТ-ОД-300», «СВБР-100». Они могут быть при соответствующей доработке использованы также при проектировании МА для РУ «БР-1200» и МАСММ.

Достоверность полученных в ходе исследований данных не вызывает сомнений. Для их получения применялись аттестованное измерительное оборудование и приборы, а также аттестованные методики.

По автореферату есть замечание.

К рисункам 1-4 в тексте автореферата желательно было привести формулы пересчёта показаний датчиков активности кислорода ( $E$ , мВ) в значения активности ( $a$ ) и концентрации ( $C$ ) кислорода в ТЖМТ.

Приведённое замечание не снижает ценности диссертационной работы, которая является крайне актуальной и обладает подтверждённой значимостью.

Исходя из текста автореферата, считаю, что диссертационная работа «Разработка устройств регулирования содержания примеси растворенного кислорода (массообменных аппаратов) в тяжелых жидкокометаллических теплоносителях (свинец, свинец-висмут) исследовательских стендов и перспективных реакторных установок» соответствует п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями и дополнениями от 16.10.2024 (вступ. в силу 01.01.2025), а ее автор Асхадуллин Радомир Шамильевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.9 - Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Согласен на включение отзыва в аттестационное дело соискателя и дальнейшую обработку моих персональных данных, а также на размещение отзыва на сайте АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

Начальник лаборатории  
технологий обращения с РАО и  
коррозионных процессов  
отделения радиационного  
материаловедения, к.х.н.

Хвостов Сергей  
Сергеевич

Личную подпись Хвостова С.С.  
заверяю  
Заместитель директора по  
научной и инновационной  
деятельности, к.т.н.

Варивцев Артем  
Владимирович



«01 » 12 2025 г.

Акционерное общество «Институт реакторных материалов» (АО «ИРМ»)  
Почтовый адрес организации: 624250, Свердловская область,  
г. Заречный, а/я 29  
Телефон: +7 (34377) 35413  
E-mail: khvostov\_ss@irmatom.ru