

## Отзыв официального оппонента

на диссертацию Черкеза Дмитрия Ильича «Исследование проникновения изотопов водорода через низкоактивируемые материалы», представленную к защите в диссертационный совет Д 520.009.02 на базе НИЦ «Курчатовский институт» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 — «Физическая электроника».

- 1. Актуальность темы диссертации.** Тема диссертации, несомненно, актуальна. Основное внимание уделяется анализу кинетики переноса изотопов водорода сквозь конструкционные материалы в контексте актуальных задач развития ядерной, водородной и (в перспективе) термоядерной энергетики. Несмотря на богатый экспериментальный материал, накопленный десятилетиями, до сих пор нет ясности в понимании (на современном уровне требований к детализации), например, закономерностей водородного охрупчивания и разрушения конструкционных материалов (что принципиально важно для оценки ресурса безопасности ТВЭЛов), особенностей взаимодействия с изотопами водорода из плазмы в экстремальных условиях эксплуатации материалов. В значительной мере это вызвано использованием различных экспериментальных методик и образцов, имеющих различную микроструктуру, химический состав. Что есть следствие особенностей эксперимента, а что есть общее, характерное именно для условий промышленной эксплуатации материалов? Необходимо привести имеющиеся данные к общему знаменателю, поскольку отсутствие четких теоретических представлений и практических рекомендаций связано с дополнительными затратами на экспериментальные исследования и невозможностью надежно прогнозировать ресурс работоспособности конструкционных материалов в зависимости от конкретных технологических требований. Кроме того, идет активный поиск новых материалов для различных подсистем энергетических установок с учетом повышенных требований безопасности. Тестирование этих материалов на водородопроницаемость совершенно необходимо. Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.
- 2. Научная новизна и основные результаты**
  - 1) Исследована водородопроницаемость вольфрамowych покрытий, осаждённых на графитовую подложку различными плазменными методами, используемых в токамаках.
  - 2) Проведен анализ влияния плазменного облучения на перенос дейтерия в отечественных ферритно-мартенситной и аустенитной сталях (ЭК-181 и ЧС-68). Выявлены лимитирующие процессы.
  - 3) Исследована плазменная проницаемость перспективного сплава V-4Ti-4Cr при облучении дейтериевой плазмой и влияние защитных (изоляционных) однослойного AlN и многослойного плазменно-напылённых покрытий на проницаемость дейтерия из газовой фазы и при облучении плазмой.
- 3. Степень обоснованности.** Все основные результаты и выводы, представленные в диссертации убедительно аргументированы и строго научно обоснованы.
- 4. Практическая значимость работы и рекомендации по использованию.** Полученные экспериментальные данные и их теоретический анализ позволяют оценивать утечки и на-

