

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Усманова Равиля Анатольевича  
«Испарение и ионизация веществ, моделирующих отработавшее ядерное топливо, в  
вакуумном дуговом разряде с подогреваемым катодом»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы».

Работа посвящена экспериментальному исследованию режимов работы диффузной вакуумной дуги (ДВД) применительно к технологии плазменной сепарации отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Проводится исследование режимов ДВД для различных материалов катода, имитирующих испарение и ионизацию в разряде компонентов ОЯТ. Важность и актуальность исследований обусловлена тем, что данный тип разряда является одним из перспективных источников плазмы конденсированного вещества, на основе которого может быть построена промышленная технология плазменной сепарации ОЯТ. Также особый интерес представляет проведенные исследования особенностей работы ДВД на различных типах катодных материалов (термоэмиссионных, неэмитирующих и оксидных).

Автором экспериментально получен режим работы ДВД на гадолинии, моделирующем уран в ОЯТ, в котором наблюдается высокая степень ионизации  $\sim 1$ , при этом доля многозарядных ионов в плазме незначительна. Полученные условия в значительной степени удовлетворяют требованиям, предъявляемым к плазменному источнику для сепарации ОЯТ. Кроме этого впервые реализована вакуумная дуга с высокой степенью ионизации на диэлектрическом катоде из диоксида церия и исследованы режимы диффузной вакуумной дуги. В диффузной дуге на нетермоэмиссионном катоде из свинца, продемонстрировано двукратное сокращение скорости испарения катода в условиях разряда, что, по мнению соискателя, связано с возвращением части ионов из плазмы на поверхность катода и, согласно оценкам, подтверждает гипотезу об ионном механизме замыкания тока на свинцовом катоде. В целом на основе полученных данных о параметрах образующейся в разрядах плазмы сделан вывод о применимости этой формы разряда как источника моделирующего ОЯТ плазменного потока для отработки метода плазменной сепарации.

Полученные автором результаты о параметрах плазмы и режимах функционирования катода ДВД способствуют развитию существующих представлений о протекающих катодных процессах на различных типах материалов, в частности для объяснения механизма разогрева катода и замыкания на его поверхности тока разряда.

В качестве замечания можно отметить, что автор при рассмотрении различных материалов имитирующих ОЯТ, не уточнил, что основной состав ОЯТ - это оксиды и нитриды, для которых температура плавления и испарения должна быть выше 2000 К. Отсюда возникает, на мой взгляд, крайне критичная проблема выбора материала используемого тигля/катода и значительная роль химической эрозии материала при таких температурах. Этот момент требует пояснения. Возможно, таковое имеется в тексте диссертации.

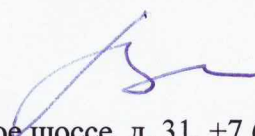
Указанное замечание не снижает общей ценности диссертационной работы и не влияет на основные результаты диссертации.

Диссертация Усманова Р.А. является завершенным исследованием, имеет большое научное и практическое значение и удовлетворяет всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Усманов Равиль Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы».

Отзыв составил

Канд. физ. мат наук, доцент

института ЛаПлаз



Визгалов Игорь Викторович.

115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31, +7 (495) 788 56 99 доб.9768,

VIVizgalov@mephi.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31, +7 (499) 324-77-77, info@mephi.ru

