

**ХІХ ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ЮНОШЕСКИХ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ИМ. В.И.ВЕРНАДСКОГО**

2012 год

ПРИЗЕР

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И
НОВЫЕ ПОДХОДЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК**

Автор: Чеснаков Константин Евгеньевич, 11 класс

ГБОУ Лицей №1511 при НИЯУ МИФИ

*Руководитель: к.ф.-м.н., доцент НИЯУ МИФИ Окороков Виталий
Алексеевич*

Областью исследования данной работы является экологическая безопасность и ее повышение в атомной отрасли и, в частности, в атомной энергетике, предметом исследования – инновационные технологии в энергетике. Цель работы – изучение возможности использования электроядерных установок для решения проблемы отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Задачу работы можно сформулировать следующим образом: рассмотрение с точки зрения радиационной экологии и энерговыделения некоторых реакций распада для различных изотопов урана (^{235}U , ^{236}U , ^{238}U), плутония (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu), а также минорных актинидов (^{237}Np , ^{241}Am , ^{243}Am , ^{242}Cm , ^{243}Cm , ^{244}Cm), входящих в состав ОЯТ.

Для решения проблемы ОЯТ в литературе предлагались, в частности, проекты использования интегрального ядерного реактора на быстрых нейтронах, подкритического реактора, а также термоядерного реактора в качестве «актиноидной печи». В качестве инновационного подхода в данной работе рассматривается возможность трансмутации указанных выше изотопов тяжелых элементов в нейтронных полях с помощью электроядерных установок. В данном технологическом подходе быстрые нейтроны образуются в результате взаимодействия с тяжелоядерной мишенью пучка протонов, вырабатываемого ускорителем, входящим в состав электроядерной установки. Интенсивные экспериментальные и теоретические исследования в данном направлении проводятся как в России (например, ОИЯИ, Дубна), так и за рубежом (Европа, США, Япония).

В рамках данной работы рассмотрены различные каналы трансмутации широкого набора тяжелых изотопов, входящих в состав ОЯТ, под действием быстрых нейтронов. А именно, α -распад, распад на ядра, сильно отличающиеся массовыми числами ($A_1 \ll A_2$); распад на ядра, для которых $A_1 : A_2 \approx 2 : 3$. В ходе работы показано, что в результате α -распада происходит образование долгоживущих радиоактивных изотопов, что представляет серьезную опасность с точки зрения радиационной экологии. Таким образом, тип реакций распада с образованием α -частиц не отвечает задачам трансмутации ОЯТ и исключается из дальнейшего исследования. В ходе работы вычислены энерговыходы для кластерных распадов при $A_1 \ll A_2$ и $A_1 : A_2 \approx 2 : 3$. Выполнен отбор реакций, наиболее перспективных с точки зрения радиационной экологии и энерговыхода. Для некоторых

типов российских реакторов, а именно, ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и РБМК-1000, вычислена дополнительная энергия, выделяемая при трансмутации.

Основные результаты данной работы заключаются в следующем.

Показано, что наиболее перспективными с точки зрения радиационной экологии и энерговыделения являются распады на ядра, массовые числа которых соотносятся примерно как 2 к 3. В результате трансмутации возможно получение редкоземельных элементов, благородных и других ценных металлов. При трансмутации ОЯТ с российских реакторов в полях быстрых нейтронов возможно получение заметного количества дополнительной энергии в расчете на 1 тонну ОЯТ. Таким образом, разработка и применение новых технологий на основе электроядерных установок может представлять интерес как для решения проблемы ОЯТ, так и для других отраслей промышленности. Кроме того, наряду с решением проблемы утилизации ОЯТ, электроядерные установки могли бы позволить эффективно применять в сфере энергетики уникальные технологии и обширный практический опыт, используемые при создании ускорителей для экспериментальных фундаментальных исследований в области физики микромира.