



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

«ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ

«МАЯК»

ФГУП «ПО «МАЯК»

пр. Ленина, д. 31, г. Озерск, Челябинская обл., 456784  
тел. (35130) 3 70 11, 3 31 05 факс (35130) 3 38 26,

e-mail: [mayak@po-mayak.ru](mailto:mayak@po-mayak.ru)

ОКПО 07622740, ОГРН 1027401177209,

ИНН/КПП 7422000795/741301001

22.05.2018 № 193-5-58/2641

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Учёному секретарю

диссертационного

Д 201.007.03

Д.Л. Мялочкину

совета

Акционерное общество

«Радиевый

институт

им. В.Г. Хлопина»

194021, г. Санкт-Петербург,

2-ой Муринский пр., д. 28

e-mail: [myalochkin@khlopin.ru](mailto:myalochkin@khlopin.ru)

Отзыв на автореферат  
диссертации Наумова А.А.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Андрея Александровича Наумова**

«Экстракционное выделение молибдена-99 из растворов облученных  
урановых мишеней с использованием растворов гидроксамовых кислот в  
н-спиртах», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 02.00.14 – радиохимия

Диссертация А.А. Наумова посвящена **актуальной задаче** - разработке  
высокоэффективной технологии экстракционного выделения  
короткоживущего изотопа  $^{99}\text{Mo}$  из облученных урановых мишеней.

В основу предложенного А.А. Наумовым технического решения  
положен процесс селективной экстракции молибдена из азотнокислых  
растворов облученных урановых мишеней с использованием спиртовых  
растворов высших алифатических гидроксамовых кислот с последующей

реэкстракцией молибдена, осуществляемой путем каталитического разрушения гидроксамовой кислоты. Обе стадии процесса защищены патентами РФ. Первоначально работа была ориентирована, судя по всему, на усовершенствование переработки блоков Л2К с высокообогащенным ураном, использовавшихся в экспериментальной наработке  $^{99}\text{Mo}$  на ФГУП «ПО «Маяк», но в дальнейшем вышла за пределы этой задачи, расширившись до переработки мишеней из низкообогащенного урана (упомянуто об обогащении 3%  $^{235}\text{U}$ ).

**Научная новизна работы** заключается в получении систематизированных сведений по экстракции молибдена разбавленными растворами высших алифатических гидроксамовых кислот в н-спиртах и их смесях с углеводородами; получении данных по скорости экстракции молибдена как реакции первого порядка относительно концентрации молибдена и необходимой длительности операций экстракции, промывок и реэкстракции в процессе выделения  $^{99}\text{Mo}$  из азотнокислых растворов; изучении гидролиза бензогидроксамовой кислоты в водных и органических растворах, а также в двухфазной системе с выявлением условий протекания автокаталитического термохимического окисления гидроксамовых кислот.

Автором по теме диссертации опубликовано 4 статьи, 3 патента и 10 докладов на конференциях. Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне, использованные методики исследования и проведенные расчеты являются корректными.

**Практическая значимость результатов диссертации** заключается в разработке комплексной технологии экстракционного выделения  $^{99}\text{Mo}$  из облученных урановых мишеней. Автором проведены стендовые испытания статического и динамического варианта технологической схемы, с внедрением которого по другой технологии на ФГУП «ПО «Маяк» возникли технические трудности, и показана более высокая эффективность



статического варианта. Предложенный метод представляется перспективным, но нет данных по очистке от всех короткоживущих нуклидов. Потенциально этот метод может иметь преимущества перед внедренным на ФГУП «ПО «Маяк» сорбционным методом, но только после испытаний на растворе реальной мишени с получением конечного продукта сублимацией в принимаемом режиме.

А.А. Наумовым также предложен оптимизированный способ растворения уран-алюминиевой композиции мишени в азотной кислоте с использованием в качестве катализатора одновременно присутствующих фторид-иона и солей ртути, что позволяет сократить общее содержание ртути в перерабатываемом растворе примерно в 20 раз. Этот способ использован на ФГУП «ПО «Маяк» при растворении облученных ядерных материалов на основе уран-алюминиевых топливных композиций.

Логичным завершением всей работы являются составленные исходные данные на создание специализированного комплекса по производству  $^{99}\text{Mo}$  из облученных урановых мишеней.

#### **В качестве замечаний следует указать:**

1 В работе отсутствуют сведения о проверке предлагаемых решений на реальных объектах, которые необходимы для создания крупномасштабного производства.

2 Отсутствуют конкретные сведения о составе раствора и режиме переработки низкообогащенной оксидной мишени, подтверждающие достаточную степень концентрирования.

3 В автореферате недостаточно подробно освещена научная (химическая) составляющая проведенных исследований, уступающая ее освещению в опубликованных статьях и материалах конференций.

Однако сделанные замечания следует рассматривать, скорее, как пожелания по доведению работы до производственной стадии, и,

рассматривая данную работу в целом, можно заключить, что диссертация Наумова Андрея Александровича на тему «Экстракционное выделение молибдена-99 из растворов облученных урановых мишеней с использованием растворов гидроксамовых кислот в н-спиртах», полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, **Наумов Андрей Александрович** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.14 – радиохимия.

**Отзыв подготовил:**

Начальник технологической лаборатории

ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»



А.Н. Машкин

**Машкин Александр Николаевич** – начальник технологической лаборатории ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», кандидат химических наук по специальности 05.17.02 – технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Почтовый адрес: 456780, Челябинская область, г. Озёрск, ул. Ермолаева, 18.

Центральная заводская лаборатория ФГУП «ПО «Маяк».

Телефон раб. (35130) 3 73 81

e-mail: [cpl@po-mayak.ru](mailto:cpl@po-mayak.ru), [man34@po-mayak.ru](mailto:man34@po-mayak.ru)

Главный инженер



Д.Н. Колупаев

Машкин Александр Николаевич

(35130) 3 73 81