

АКАДЕМИЯ ИМЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
АГЕНТИИ АМНИЯТИ ХИМИЯВӢ, БИОЛОГӢ, РАДИАТСИОНӢ ВА ЯДРОӢ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
АГЕНТСТВО ПО ХИМИЧЕСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ, РАДИАЦИОННОЙ И ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF TAJIKISTAN
CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR SAFETY AND SECURITY AGENCY



МАҶМУАИ

маводҳои Конфронси байналмилалӣ илмӣ-амалии
«Бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядрой:
дастовардҳо, мушкилиҳо ва дурнамо»
4 - 6 августи соли 2023 | ш. Гулистон, Тоҷикистон

СБОРНИК

материалов Международной научно-практической конференции
«Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность:
достижения, проблемы и будущие перспективы»
4 - 6 августа 2023 г. | г. Гулистан, Таджикистан

COLLECTION

of materials of International Scientific and Practical Conference of
«Chemical, biological, radiological and nuclear safety
and security: progress, challenges and way forward»
4 - 6 August 2023 | Guliston, Tajikistan



АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
АГЕНТИИ АМНИЯТИ ХИМИЯВӢ, БИОЛОГӢ, РАДИАТСИОНӢ ВА ЯДРОӢ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
АГЕНТСТВО ПО ХИМИЧЕСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ, РАДИАЦИОННОЙ И
ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF TAJIKISTAN
CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR SAFETY AND
SECURITY AGENCY

МАҶМУАИ

маводҳои Конфронси байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «Бехатарии химиявӣ, биологӣ,
радиатсионӣ ва ядрои: дастовардҳо, мушкилиҳо ва дурнамо»
4 - 6 августи соли 2022 | ш. Гулистон, Тоҷикистон

СБОРНИК

материалов Международной научно-практической конференции «Химическая,
биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и
будущие перспективы»
4 - 6 августа 2022 г. | г. Гулистан, Таджикистан

COLLECTION

of materials of International Scientific and Practical Conference of "Chemical, biological,
radiological and nuclear safety and security: progress, challenges and way forward"
4 - 6 August 2023 | Guliston, Tajikistan



Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ҳамчун мақоми танзимгари давлатӣ дар соҳаи таъмини бехатарии ядрои, радиатсионӣ ва ҳамоҳангсози амнияти химиявӣ ва биологӣ нақши муҳим дорад.

Эмомалӣ Раҳмон

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

Мирсаидзода И., Ахмедов М.З., Баротов Б.Б., Ҳамидов Ф.А.,
Азизов О.А., Малышева Е.Ю., Шосафарова Ш.Г., Ҳакимова Н.У.,
Шарифов А., Ҳакдодов М.М.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Мирсаидзода И., Ахмедов М.З., Баротов Б.Б., Ҳамидов Ф.А.,
Азизов О.А., Малышева Е.Ю., Шосафарова Ш.Г., Ҳакимова Н.У.,
Шарифов А., Ҳакдодов М.М.

EDITORIAL BOARD

Mirsaidzoda I., Akhmedov M.Z., Barotov B.B., Khamidov F.A.,
Azizov O.A., Malysheva E.Yu., Shosafarova Sh.G., Khakimova N.U.,
Sharifov A., Khakdodov M.M.

УДК: 001(575.3)(063)
ТДУ: 54+57+539.14(063.3)
ТКБ 24+28.0.+22.283
М - 49

Маҷмуаи маводҳои Конфронси байналмилалии илмӣ-амалӣ бахшида ба 20-умин солгарди таъсиси Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон «Бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроӣ: дастовардҳо, мушкилиҳо ва дурнамо» (4-6 августи с.2023, ш.Гулистон, Ҷумҳурии Тоҷикистон)

Зери таҳрири академики АМИТ У.М. Мирсаидов. - Душанбе, Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. - 215 с.

Дар маҷмуаи зерин маводҳои Конфронси байналмилалии илмӣ-амалӣ бахшида ба 20-умин солгарди таъсиси Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИ Тоҷикистон «Бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроӣ: дастовардҳо, мушкилиҳо ва дурнамо» оварда шуда, инчунин ба даст овардани маҳсулотҳо аз бор барои химоя аз радиатсия ба назар гирифта шуда, ба масъалҳои ҷудо намудани концентратҳои уран аз маъданҳо ва партовҳо, мониторинги радионуклидҳо ва масъалаҳои энергияи гидрогенӣ диққати махсус дода шудааст.

Нашрияхо барои доираи мутахассисони соҳаи бехатарии химиявӣ, биологӣ радиатсионӣ ва ядроӣ, инчунин дигар соҳаҳои илмии ба он алоқаманд пешбинӣ шудаанд.

Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 20-летию образования Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы» (4-6 августа 2023 г., г. Гулистан, Республика Таджикистан)

Под ред. академика НАНТ У.М. Мирсаидова. – Душанбе, Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана. - 215 с.

В настоящем сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 20-летию образования Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы», а также рассмотрено получение продуктов для защиты от радиации на основе бора, значительное внимание уделено проблематике выделения урановых концентратов из руд и отходов, радионуклидному мониторингу и вопросам водородной энергетики.

Публикации рассчитаны на круг специалистов в области химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности и смежных областях наук.

Collection of materials of International Scientific and Practical Conference dedicated to 20th anniversary of establishment of Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan "Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security: progress, challenges and way forward" (August 4-6, 2023, Gulistan city, Republic of Tajikistan)

Edited by academician of NAST U.M. Mirsaidov. – Dushanbe, Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of NAST. - 215 p.

The collection contains materials of International Scientific and Practical Conference dedicated to 20th anniversary of establishment of Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan "Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security: progress, challenges and way forward", obtaining of boron based materials for radiation protection is considered, the considerable attention is paid to the problem of separation of uranium concentrates from ores and wastes, radionuclide monitoring and issues of hydrogen energy.

The publication is intended for specialists in the field of chemical, biological, radiological and nuclear safety and related to them fields of science.

Маърузаҳои пешниҳодшуда мавриди таҳриру такмил қарор дода нашудаанд.
Муаллифон барои матн ва баёни илмӣ он масъуланд.

Представленные материалы докладов не редактированы. Авторы несут ответственность за научное содержание и изложение материалов.

Submitted article proceedings are not edited. Authors are responsible for the scientific content and materials presentation.

ISBN 978-5-699-52378-8

© Агентство по ХБРЯ безопасности НАНТ – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕМАТИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ – РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>И. Мирсаидзода</i> ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТАДЖИКИСТАНЕ	11
<i>У.М. Мирсаидов, Дж.А. Саломов, А.Бадалов</i> ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТАДЖИКИСТАНЕ	14
<i>Ф.А. Хамидов, Б.Б. Баротов, А.И. Музафаров, И. Мирсаидзода</i> СОГЛАШЕНИЕ О ГАРАНТИЯХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПРОТОКОЛ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН.....	18
<i>Ф.А. Хамидов, Б.Б. Баротов, А.И. Музафаров, У. Мирсаидов</i> ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕЗАКОННОГО ОБОРОТА ЯДЕРНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН....	23
<i>Х.М. Назаров, Т.Г. Хайров, М.М. Махмудова, К.А. Эрматов</i> РАДОН В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ В ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ ТАДЖИКИСТАНА.....	27
<i>Н.Н. Рахматов, Х.М. Назаров, Ш.А. Рахимбердиев, И. Мирсаидзода</i> СОСТОЯНИЕ УРАНА В СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ	30
<i>Х.М. Назаров, М.М.Хакдодов, Н.Н. Рахматов, Ф.З. Шафиев, У.М. Мирсаидов</i> ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ И ЭКСХАЛЯЦИЯ РАДОНА С ПОВЕРХНОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАНА	33
<i>Н.У. Хакимова, Ш.Г. Шосафарова, Е.Ю. Малышева, М.А. Зоитова</i> МОНИТОРИНГ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ОНКОЛОГИЧЕСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА Г. ДУШАНБЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН.....	37
<i>Х.М. Назаров, М.З. Ахмедов, Ш.А. Рахимбердиев, Т.Г. Хайров, К.А. Эрматов, И. Мирсаидзода</i> ОЦЕНКА РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ТАДЖИКИСТАНА.....	41
<i>С.В. Муминов, Ш.Н. Ишратов, Ф.Г. Мухидинова, Ф.З. Шафиев, Ш. Муродов</i> РАДИОНУКЛИДЫ В ВОДЕ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН.....	45
<i>Д.Т. Исозода, Ф.А. Назаров, Х.М. Назаров, Б.Б. Баротов, И. Мирсаидзода</i> ВЫДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТХОДОВ УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА.....	48
<i>Ш.Г. Шосафарова, Е.Ю. Малышева, М.А. Зоитова</i> ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ	51

<i>Ш.А. Рахимбердиев, Ш.Н. Ишратов, Ш. Муродов, Х.М. Назаров, У.М. Мирсаидов</i> ПОЛУЧЕНИЕ U_3O_8 – ПЕРВИЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА ИЗ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ВОД ТАДЖИКИСТАНА	56
<i>С.В. Муминов, Е.Ю. Малышева, М.З. Ахмедов, Ш.Р. Муродов, И. Мирсаидзода</i> ЦЕЗИЙ-137 В ПОЧВАХ ГОРОДА ДУШАНБЕ.....	60
<i>Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Е.Ю. Малышева, К.А. Эрматов, Ф.З. Шафиев, И. Мирсаидзода</i> РАДИАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНЫХ СКЛОНОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА.....	63
<i>Д.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.Дж. Саломов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДОВ АКТИНИДОВ	70
<i>Д.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.Дж. Саломов, А. Бадалов</i> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУЛЬФАТОВ И ПЕРХЛОРАТОВ 5f- ЭЛЕМЕНТОВ	73
<i>Дж.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.Дж. Саломов, И. Мирсаидзода, А. Бадалов</i> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХЛОРИДОВ И НИТРАТОВ 5f- ЭЛЕМЕНТОВ	77
<i>Dr. Olga German, Viktoriia Ignatiuk,</i> COOPERATION ON RADIATION SAFETY FOR MANAGEMENT OF AREAS CONTAMINATED BY PAST PRACTICES IN TAJIKISTAN	81
<i>И.И. Богданов, Д.В. Исаев, Т.А. Дороньева, А.Н. Малахова</i> РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУДОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО ОБСЛУЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЮ СУДОВ С ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ.....	82
<i>И.И. Богданов, Т.А. Дороньева, Д.В. Исаев, Л.Н. Волконская</i> АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУДОРЕМОНТНОГО ЗАВОДА «НЕРПА».....	85
<i>Дж.А. Саломов, Б.Б. Баротов, А.З. Суфиев</i> ОБ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УЧЁТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН.....	88
<i>С.М. Бахронов, М.М. Хакдодов, М.З. Ахмедов, Е.Ю. Малышева, Х.М. Назаров</i> РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ УРАНОВЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАНА.....	93

Дж.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.Дж. Саломов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов
ТЕРМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ УРАНИЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ96

Р. Бахромзод, Ф. Холмуродов
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ФТИ..... 101

Д.А. Абдушукуров, Ф. Холмуродов, З. Набиева
АППАРАТУРА ДЛЯ ПОИСКА РАДИОАКТИВНЫХ И ДЕЛЯЩИХСЯ
Веществ при таможенном досмотре багажа,
РАЗРАБОТАННАЯ В ФТИ НАНТ..... 105

ТЕМАТИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ – ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Б.Б. Баротов, М.З. Ахмедов, А.И. Музафаров, И. Мирсаидзода
ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В
ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ
ТАДЖИКИСТАН..... 108

И. Мирсаидзода, М.З. Ахмедов, А.И. Музафаров,
ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН..... 111

А.З. Суфиев, З.Б. Кавракова
О РЕШЕНИЯХ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В
РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН (на примере реализации Закона «Об
обеспечении биологической безопасности и биологической защиты») 116

Лела Баканидзе
УСИЛИЯ ИНИЦИАТИВЫ ЦПО ПО ХБРЯ ЕС ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ.....121

Ф.А. Назаров, Б.А. Гафуров, А. Шарифов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов
ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СИНТЕЗЕ ЭНЕРГОЁМКИХ
Веществ на основе бора 123

А. Бадалов, Д.Т. Исозода, Ф.Дж. Саломов, Б.А. Гафуров
ПРОЯВЛЕНИЕ ТЕТРАД-ЭФФЕКТА В ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИНАРНЫХ ГИДРИДОВ
ЛАНТАНОИДОВ (II) 126

О.А. Азизов, Д.Т. Исозода, Ф.А. Назаров, А.С. Курбонов, А.П. Тагаев, М.М. Тагоев
ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГОЁМКИХ Веществ из
БОРОСИЛИКАТНЫХ РУД..... 130

<i>Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, И.М. Рахимов, Т.Б. Холматов</i> ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ АРГИЛЛИТОВ И КАОЛИНОВЫХ ГЛИН	133
<i>А.М. Исоев, И.М. Рахимов, Т.Б. Холматов, К.И. Негматуллоев, Д.Х. Мирзоев</i> ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА ИЗ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД	136
<i>Н.У. Хакимова, К.М. Назаров, М.Д. Бобоёров, И.М. Рахимов</i> ХИМИКАТЫ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ, ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И РАКЕТНОГО ТОПЛИВА	138
<i>А. Шарифов, З.Х. Гайбуллаева, У.М. Мирсаидов</i> БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА И КАРБАМИДА.....	142
<i>А. Шарифов, А.Ш. Насруллоев, О.А. Азизов, У.М. Мирсаидов</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДА.....	145
<i>А.М. Исоев, А.С. Курбонов, Р.С. Ёрматов, Х.Э. Пулатов, А.С. Давлатов</i> ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БОРСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ, КАК РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЙТРОНОВ.....	150
<i>А. Шарифов, О.А. Азизов, М. Шодмонова, У.М. Мирсаидов</i> ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ.....	154
<i>К.И. Негматуллоев, А.С. Курбонов, А.М. Исоев, А.П. Тагоев, Б.Б. Баротов</i> СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЙТРОНОВ	156
<i>А.М. Исоев, М.М. Тагоев, П.М. Ятимов, А.С. Курбонов, Р.С. Ёрмадов, И.М. Рахимов</i> ОСОБЕННОСТИ ХЛОРИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ МИНЕРАЛОВ БОРОСИЛИКАТНЫХ РУД.....	160
<i>А.С. Давлатов, А.С. Курбонов, Х.С. Пулатов, А.М. Исоев, М.М. Тагоев, И.М. Рахимов</i> ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БОРНЫХ ПРОДУКТОВ СПЕКАТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ.....	165
<i>А.С. Курбонов, Р.С. Ерматов, А.С. Давлатов, Х.Э. Пулатов, С. Кодирзода</i> ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БОРНЫХ ПРОДУКТОВ РАЗЛОЖЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ	168
<i>К.М. Назаров, А.М. Исоев, С. Кодирзода, И.М. Рахимов</i> ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВО ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ТАДЖИКИСТАНЕ.....	172
<i>А. Муродиён, А. Шарифов, К. Ботуров, У.М.Мирсаидов</i> ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА.....	174

<i>С.А. Сатторов, Н.А. Наимов, У. Мирсаидов, И.Ш. Ахмадшоев, Дж.Р. Рузиев</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КРИОЛИТА ИЗ РАСТВОРОВ ФТОРИДОВ НАТРИЯ И АЛЮМИНИЯ.....	178
<i>С.А. Сатторов, Н.А. Наимов, У. Мирсаидов, Дж.Р. Рузиев, Г. Амиджони*</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРИДА НАТРИЯ И КРЕМНЕГЕЛЯ ИЗ СМЕСИ КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНОЙ И ПЛАВИКОВОЙ КИСЛОТ	182
<i>С.А. Сатторов, Н.А. Наимов, С.М. Шокаримов, Х.А. Мирпочаев</i> РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРИДА НАТРИЯ, КРЕМНЕГЕЛЯ И ЖИДКОГО СТЕКЛА.....	186
<i>Н.А. Наимов, У. Мирсаидов, Дж.Р. Рузиев, С.А. Сатторов, Х.А. Мирпочаев</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИОЛИТА ИЗ РАСТВОРА СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ СУЛЬФАТИЗАЦИИ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧАШМА-САНГ	189
<i>А. Шарифов, З.Х. Гайбуллаева, У.М. Мирсаидов</i> УЧЕТ ВЗРЫВООПАСНОСТИ И ЯДОВИТОСТИ ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ.....	194
<i>Э.Х. Пулатов, М.И. Джумаева, Б. Мавлонов</i> 1,3,4-ТИАДИАЗИНЫ - БИОБЕЗОПАСНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВИРУСОВ ТИПА «COVID-19», ОБЛАДАЮЩИЕ АНТИКОАГУЛЯНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ ПО ОТНОШЕНИЮ К КРОВИ.....	198
<i>Т.Х. Гадоев, Ф.М. Рахимов, Г.Г. Шодиев, З.Х. Гайбуллаева</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА НА ОАО «ТАДЖИК АЗОТ»	201
<i>Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, Д.М. Ёкубова, Р.А. Джураева</i> ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....	206
<i>Х.И. Тиллобоев, Д.А. Муротова, Р.А. Джураева</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	211

ТЕМАТИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ – РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

И. Мирсаидзода

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

В статье представлен процесс создания и развития системы обеспечения радиационной безопасности в Таджикистане, в том числе, научные, организационные и правовые аспекты.

***Ключевые слова:** радиационная безопасность, химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность, закон, регулирование.*

Развитие урановой горнорудной промышленности в Таджикистане в 40-50 годы прошлого века породило многие проблемы. Привело к возникновению социально-экономических проблем, в результате которых нанесён ущерб окружающей среде. Общий объём выпущенного урана на заводах Таджикистана составляет около 100 тысяч тонн. В Таджикистане за период 1945-1991 гг. накопилось более 55 млн. тонн урановых отходов. Общее количество отходов в отвалах и хвостохранилищах составляет 170 млн. тонн.

Кроме того, в Таджикистане широко используют источники ионизирующего излучения (ИИИ) в различных сферах народного хозяйства. Для решения этих проблем необходимо было создание в стране регулирующего органа.

Первым шагом было решение вопроса о вступлении Республики Таджикистан в члены Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Правительство Республики Таджикистан приняло Постановление № 338 от 04.08.1999 г. «Об образовании Комиссии по взаимодействию с МАГАТЭ». Комиссии было поручено подготовить обоснованные предложения по взаимодействию с МАГАТЭ и с 01 ноября 2001 года Таджикистан стал членом этой организации. Возникла необходимость создания структуры в области радиационной безопасности.

С разрешения Правительства РТ № 3594 (16.1-2) от 18 сентября 2002 г. было организовано вначале в составе Президиума АН РТ Агентство по атомной энергии, затем на его базе Агентство по ядерной и радиационной безопасности (АЯРБ) АН РТ как структурное подразделение АН РТ (постановление Президиума АН РТ № 112 от 25.12.2002 г.).

Основными направлениями АЯРБ АН РТ наряду с функциями регулирования считались:

- научные исследования в области ядерной и радиационной безопасности;

- радионуклидный мониторинг биосреды Таджикистана;
- комплексная переработка урановых руд и отходов.

Начиная с 2003 года, проводятся интенсивные исследования по переработке урановых руд и отходов, а также в области радиационной безопасности.

4 августа 2004 г. в Согдийской области по постановлению Президиума АН РТ был организован филиал АЯРБ АН РТ с центром в г. Чкаловске.

Основными направлениями филиала считались:

- регулирующие функции в регионе;
- возможность вторичной переработки отходов урановой промышленности;
- мониторинг биосреды;
- проведение НИР в соответствии с планом Агентства.

После ратификации устава МАГАТЭ и принятия РТ в члены МАГАТЭ необходимо было создать законодательную базу в области радиационной безопасности.

Парламент страны 26.06.2003 г. №488 принял Закон РТ «О радиационной безопасности». Указанный закон определяет регулирование отношений, связанных с обеспечением радиационной безопасности, охраной жизни, здоровья и имущества граждан, а также окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. В законе подробно описано регулирование в области обеспечения радиационной безопасности (РБ), обеспечение РБ при радиационной аварии, права и обязанности граждан и общественных объединений в области обеспечения РБ, ответственность за невыполнение требований к обеспечению РБ и т.д.

Кроме того, Парламент страны 10.11.2004 г. своим постановлением за № 219 принял закон «Об использовании атомной энергии». Этот закон определяет правовую основу и принципы регулирования общественных отношений при использовании атомной энергии, обеспечение режима нераспространения ядерного оружия. Закон также способствует развитию атомной науки и техники, содействует укреплению международного режима безопасного использования атомной энергии.

В ноябре 2004 г. Парламент Республики Таджикистан ратифицировал подписанные Правительством Республики Таджикистан Соглашение о гарантиях и Дополнительный протокол по гарантиям.

Важной вехой в развитии нормативных актов является Постановление Правительства РТ от 03.12.2004 г. № 482 «Положение о государственном регулировании в области обеспечения радиационной безопасности» и Постановление Правительства РТ от 02.12.2005 г. № 471 «Об утверждении Положения о Межведомственном Совете по обеспечению радиационной безопасности».

В соответствии с Законом Республики Таджикистан «О радиационной безопасности», АЯРБ АН РТ является Государственным регулирующим органом по обеспечению радиационной безопасности, которое проводит единую государственную политику и координирует работу других полномочных органов.

В соответствии с указанным законом АЯРБ АН РТ:

- осуществляет лицензирование различных видов деятельности по использованию радиоактивных веществ;
- утверждает нормы и правила, касающиеся радиационной безопасности, физической защиты и противоаварийного планирования, учёта и контроля ядерных материалов и источников ионизирующего излучения (ИИИ);
- осуществляет надзор за соблюдением норм и правил радиационной безопасности, условий лицензий;
- устанавливает квалификационные требования к работникам, занятым на объектах использования источников ионизирующего излучения и др.

Решением Президиума Национальной академии наук Таджикистан АЯРБ переименовано в Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности (Агентство по ХБРЯ безопасности) и является основной инфраструктурой, регулирующей деятельность в области химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности (Постановление Президиума НАН Таджикистана № 117 от 05.11.2021 года).

9 августа 2022 года Президент страны уважаемый Эмомали Рахмон открыл новое здание филиала Агентства по ХБРЯ безопасности НАН Таджикистана в г. Бустон. Глава государства уважаемый Эмомали Рахмон ознакомился с новым зданием филиала Агентства, условиями его работы и подчеркнул, что это учреждение Национальной академии наук Таджикистана играет важную роль в качестве регулирующего государственного органа в сфере ядерной и радиационной безопасности и координатора по химической и биологической безопасности. В филиале Агентства работают 20 сотрудников, в том числе доктора и кандидаты наук. Основную часть персонала составляют молодые люди, прошедшие обучение и стажировку в передовых научных центрах развитых стран.

Следует отметить, что филиал Агентства играет важную роль в государственном регулировании в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности и координации работ в направлении химической и биологической безопасности в Согдийской области.

С целью регулирования отношений деятельности физических и юридических лиц, связанной с обращением с радиоактивными отходами, а также с обеспечением защиты населения и окружающей среды от вредного влияния радиоактивных отходов, Парламентом страны принят Закон Республики Таджикистан «Об обращении с радиоактивными отходами» от 22 июня 2013 года № 1002. В соответствии с этим законом, Правительство РТ приняло ряд постановлений для внедрения указанного закона.

В рамках программ МАГАТЭ по Технической кооперации выполнено более 30 национальных проектов для министерств здравоохранения, сельского хозяйства, промышленности и новых технологий, НАН Таджикистана и др. на общую сумму более 5 млн. долларов США.

В течение 2017-2023 гг. был принят ряд новых законов и постановлений Правительства РТ.

ТАШКИЛ ВА РУШДИ НИЗОМИ БЕХАТАРИИ РАДИАТСИОНӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

И. Мирсаидзода

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Дар мақола раванди таъсис ва рушди низоми таъмини бехатарии радиатсионӣ дар Тоҷикистон, аз ҷумла ҷанбаҳои илмӣ, ташкилӣ ва ҳуқуқӣ оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: бехатарии радиатсионӣ, бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядрои, қонун, танзим.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF RADIATION SAFETY SYSTEM IN TAJIKISTAN

I. Mirsaidzoda

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the NAST,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, info@cbrn.tj*

The process of formation and development a system of ensuring radiation safety in Tajikistan, including scientific, organizational and legal aspects has been presented.

Key words: radiation safety, chemical, biological, radiological and nuclear safety, law, regulation.



ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

У.М. Мирсаидов, Дж.А. Саломов, А.Бадалов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru*

В работе обобщены результаты некоторых научно-исследовательских работ Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, проводимые в течение 20 лет.

Ключевые слова: переработка, урановая руда, кинетика, технологическая схема.

Как известно, в 2001 году Республика Таджикистан стала членом МАГАТЭ, что вызвало необходимость создания в системе Академии наук РТ

организационно-научной структуры - регулирующего органа с проведением НИР в области радиационной безопасности и радиоэкологии, и в 2003 г. в структуре АН РТ было создано Агентство по ядерной и радиационной безопасности (АЯРБ) АН РТ.

В АЯРБ АН РТ, начиная с 2003 года, проводятся интенсивные исследования по переработке урановых руд и отходов, а также работы в области радиоэкологии.

В результате проведённых исследований получены экспериментальные данные, позволяющие рекомендовать местные сырьевые ресурсы Таджикистана для получения урановых концентратов.

Исследована переработка отходов урановой промышленности, извлечения урана из руд Таджикистана, а также выделение его из природных урансодержащих вод. На основании проведённых исследований и паспортизации всех хвостохранилищ северного Таджикистана установлено, что для вторичной переработки из существующих техногенных отходов наиболее целесообразной является «Карта 1-9» и хвостохранилища Адрасман [1, 2].

Разработана принципиальная технологическая схема переработки урановых отходов хвостохранилищ, а также схема получения урановых концентратов из шахтных и дренажных вод отходов урановой промышленности, которая состоит из следующих стадий: подкисление, сорбция, обжиг, разложение, осаждение, фильтрация, сушка [2, 3, 5].

Исследована кинетика сернокислотного разложения отходов из техногенного хвостохранилища «Карта 1-9». Проведённые исследования раскрывают механизм протекания процесса сернокислотного разложения хвостов и дают возможность выбора рационального режима извлечения U_3O_8 [2, 4].

Схема переработки урановых руд и отходов от классической схемы отличается тем, что в процессе перед осаждением диураната аммония из десорбата известняком нейтрализуется часть избыточной кислоты. Применение такой технологической схемы переработки урановых руд позволяет сэкономить аммиачную воду в несколько раз. Извлечение урана на стадии осаждения составляет 99% [6].

Проведены исследования по радиационной экологии, разработаны радиоэкологические карты регионов и проведён радиационный мониторинг биосреды Таджикистана.

Проведённые работы и последующий анализ данных позволяет судить о радиационной и экологической ситуациях и прогнозировать радиоэкологическую обстановку, сложившуюся в Таджикистане.

Для совершенствования систем радиоэкологического контроля на объектах ведутся систематические наблюдения за их влиянием на окружающую среду, которые должны быть положены в основу обоснования проектов реабилитационных мероприятий на объектах [7, 8].

Показано, что изучение зависимости скорости поступления радона в помещение от разности температур ΔT (между внутренним объёмом помещения и внешней атмосферой) позволяет оценить соотношение между потоками поступления радона (диффузионным и конвективным). Согласно проведённому

анализу, основными факторами, приводящими к накоплению радона в помещениях современных зданий являются диффузионное поступление радона из строительных материалов и низкая кратность воздухообмена [9, 10].

Изучен химический и минералогический составы урансодержащих руд месторождений “Северный Таджикистан”, “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан” рентгеноспектрально-флуоресцентными, альфа- и гамма-спектрометрическими, дифференциально-термическим и рентгенофазовым методами анализа.

Установлена эффективность действия пероксида водорода в зависимости от pH среды. Пероксид водорода в кислой среде в отношении урана обладает высокой окислительной способностью.

Исследовано сернокислотное разложение урансодержащих руд месторождений Таджикистана. Найдены оптимальные параметры процесса разложения руды с применением окислителей.

Разработан метод сорбции урана на основе углей Фан-Ягнобского месторождения путём термообработки, который испытан для сорбции шахтных урансодержащих вод и сорбции сернокислотных растворов урансодержащих руд. Показана эффективность сорбента термообработанного угля по сравнению с другими местными сырьевыми растительными сорбентами.

Исследованы кинетические кривые извлечения урана при температурах 293-363 К. Вычислена энергия ($E_{ак.}$) активации процесса и выявлена зависимость извлечения урана от температуры и продолжительности процесса, $E_{ак.}=14,11$ кДж/моль, что указывает на прохождение разложения урансодержащей руды в диффузионно контролируемой области.

Проведена разработка обобщённых технологических схем для извлечения урана из урансодержащих руд месторождений Республики Таджикистан, которые включают следующие основные стадии: дробление (измельчение) руды, разложение пульпы азотной и серной кислотами, фильтрация, сорбция, десорбция, процесс осаждения и получения концентрата U_3O_8 [6, 11].

Изучен процесс термического разложения нитрата и сульфата уранила в равновесных условиях методом тензиметрии, установлены характер, схема и температурный интервал всех стадий данного процесса. Процесс термического разложения сульфата уранила протекает в одну стадию, нитрата уранила – в две ступени. Вторая ступень разложения исходного нитрата уранила состоит из двух параллельно протекающих процессов разложения UO_3 и NO_2 . Для сравнительной оценки также изучены термодинамические характеристики $Th(NO_3)_4 \cdot 5H_2O$.

Дана сравнительная оценка термодинамических характеристик лантаноидов и актиноидов. Установлены закономерности в изменениях энтальпии образования оксидов в зависимости от порядкового номера лантаноидов и актиноидов. Эти закономерности имеют идентичный характер с проявлением тетрад-эффекта в пределах естественного ряда сходных оксидов лантаноидов и актиноидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирсаидов, У.М. Отходы уранодобывающих производств Таджикистана / У.М. Мирсаидов // Горный журнал. – 2012. – № 2. – С. 128-131.
2. Хакимов, Н. Физико-химические и технологические основы получения урановых концентратов из отходов гидрометаллургических заводов и технических вод / Н. Хакимов, Х.М. Назаров, И.У. Мирсаидов. – Душанбе, 2012. – 120 с.
3. Саломов, Дж.А. О необходимости реабилитации и рекультивации хвостохранилищ Табошарского региона / Дж.А. Саломов, И.У. Мирсаидов, А.М. Баротов // В сб.: Материалы семинара «Урановое наследие Советского Союза в Центральной Азии: проблемы и решения». – Душанбе, 2012. – С. 30-35.
4. Мирсаидов, И.У. Использование местных материалов в качестве сорбента для извлечения урана из сточных шахтных и технических вод горнодобывающих предприятий / И.У. Мирсаидов, Х.М. Назаров, Н. Хакимов // Горный журнал. -2011. - № 12. - С. 60-62.
5. Мирсаидов, И.У. О возможностях извлечения урана из шахтных вод месторождения Киик-Тал Таджикистана / И.У. Мирсаидов, Х.М. Назаров, Н. Хакимов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2005. - Т. 48. - № 9-10. - С. 100-104.
6. Мирсаидов, И.У. Физико-химические основы получения урановых концентратов из отходов и сырьевых материалов / И.У. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2014. - 106 с.
7. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан / Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, Дж.А. Саломов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2018. - Т. 11. - № 2. – С. 83-90.
8. Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него / Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, С.М. Бахронов, У.М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12. - № 1. – С. 115-121.
9. Радионуклиды в строительных материалах Таджикистана / С.В. Муминов, Б.Б. Баротов, Ф.А. Хамидов [и др.] / Материалы XV Нумановских чтений «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». – Душанбе, 2019. – С. 167-169.
10. Радиоэкологический мониторинг минеральных руд Таджикистана / Ф.А. Хамидов, Б.Б. Баротов, Ш.Р. Муродов [и др.] // Там же. – С. 169-171.
11. Physico-Chemical Basis of Processing of Uranium – Containing Ores of the «Western Tajikistan» Deposit / I.U. Mirsaidov, B.B. Barotov, M.D. Boboyorov, U.M. Mirsaidov // Журнал «Applied Solid State Chemistry». - 2019. - № 1. – P. 53-56.

ТАДҶИҚОТ ДАР СОҲАИ БЕХАТАРИИ РАДИАТСИОНӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

У.М. Мирсаидов, Ҷ.А. Саломов, А. Бадалов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ulmas2005@mail.ru*

Дар мақола натиҷаҳои баъзе корҳои илмӣ-тадқиқотии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИ Тоҷикистон, ки дар давоми 20 сол гузаронида шудаанд, оварда шудааст.

Калидвожаҳо: *коркард, маъдани уран, кинетика, нақшаи технологӣ.*

RESEARCH IN THE FIELD OF RADIATION SAFETY IN TAJIKISTAN

U.M. Mirsaidov, J.A. Salomov, A. Badalov

*Chemical, Biological, Radialogical and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
ulmas2005@mail.ru*

*The paper summarizes the results of research works on radiation safety of the
Chemical, Biological, Radialogical and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan carried out during the 20 years.*

Key words: *processing, uranium ore, kinetics, technological scheme.*



СОГЛАШЕНИЕ О ГАРАНТИЯХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПРОТОКОЛ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Ф.А. Хамидов, Б.Б. Баротов, А.И. Музафаров, И. Мирсаидзода

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной
безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан,
f.khamidov@cbrn.tj*

*В настоящей работе рассмотрено применение международных гарантий в
связи с соглашением между Республикой Таджикистан и Международным
агентством по атомной энергии (далее МАГАТЭ) на основе Договора о
нераспространении ядерного оружия, вступившего в силу в 2004 году.*

*Рассмотрено правовое регулирование в области учета и контроля ядерных
материалов в Республике Таджикистан. Анализированы действующие законы и
правила Республики Таджикистан в области использования атомной энергии в
мирных целях.*

Ключевые слова: учет и контроль ядерных материалов, МАГАТЭ, правовая основа, гарантия.

В результате успешного развития науки и техники с середины XX века человечество оказалось на пороге невиданной до того времени промышленной революции, связанной с многовекторностью использования энергии атомного ядра. Этот прогресс открыл грандиозные перспективы для улучшения благополучия народов всего мира. Но вместе с этим, следует также отметить, что развитие атомной энергетики в мирных целях было обусловлено ее использованием в военной сфере. Одним из самых успешных достижений международного сообщества, в контексте вышеупомянутой проблемы, стал Договор о нераспространении ядерного оружия от 1 июля 1968 года.

Договор о нераспространении ядерного оружия требует, чтобы не обладающие ядерным оружием государства, являющиеся участниками Договора, заключали с МАГАТЭ юридически обязательное соглашение, которое называется «соглашение о всеобъемлющих гарантиях» (далее СВГ).

С целью усовершенствования системы гарантий, в 1997 г. был разработан Типовой дополнительный протокол к соглашению о гарантиях. Дополнительный протокол (далее ДП) предоставляет МАГАТЭ более широкий доступ к информации и местам нахождения и позволяет МАГАТЭ получить более точное представление о ядерной программе и планах государства, а также о его торговле в ядерной сфере. Соглашение о всеобъемлющих гарантиях в сочетании с дополнительным протоколом дает МАГАТЭ правовую основу для применения наиболее эффективных мер контроля.

Ядерные гарантии применяются в Республике Таджикистан в соответствии с Соглашением между Республикой Таджикистан и Международным агентством по атомной энергии о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия (далее Соглашение) и Дополнительным протоколом к Соглашению, вступившим в силу в 2004 году.

В Республике Таджикистан сформирована нормативно-правовая база для регулирования всех аспектов работ по использованию атомной энергии. Правовой основой деятельности в области использования атомной энергии является Закон Республики Таджикистан «Об использовании атомной энергии» в новой редакции, который вступил в силу в 2021 г. Этот закон регулирует все отношения, связанные с размещением, проектированием, сооружением, вводом в эксплуатацию, выводом из эксплуатации объектов использования атомной энергии, и иные отношения в области использования атомной энергии. Республика Таджикистан на государственном уровне прилагает все необходимые усилия для того, чтобы фундаментальные принципы ядерной безопасности были соблюдены на всех этапах жизненного цикла существующих и планируемых к строительству объектов использования атомной энергии.

В рамках создания подзаконных актов по реализации положений Закона «Об использовании атомной энергии» в новой редакции, направленных на применение гарантии были разработаны проекты:

- «Порядок представления отчётов и деклараций Международному агентству по атомной энергии о ядерных материалах и установках, находящихся на территории Республики Таджикистан согласно международным правовым актам, признанных Таджикистаном»;

- «Внутренний порядок взаимодействия между государственными организациями во время инспекций Международного агентства по атомной энергии на территории Республики Таджикистан»;

- «Правила выбора площадки размещения ядерных установок и пунктов захоронения»;

- «Правила проведения экспертизы по ядерной, радиационной безопасности и ядерной физической безопасности».

В соответствии с требованиями СВГ, в 2013 году был утверждён «Порядок организации государственной системы учета и контроля ядерных материалов и источников ионизирующего излучения». Данный порядок осуществляется с целью точного определения фактического количества ядерных материалов и источников ионизирующего излучения в пунктах (местах) их нахождения, предотвращения потерь, несанкционированного использования и хищений, представления оперативной информации о наличии и перемещении, списании и захоронении, экспорте и импорте ядерных материалов и источников ионизирующего излучения уполномоченным государственным органом Республики Таджикистан, международными организациями специальных отраслей и государством в соответствии с международными соглашениями, подписанными Республикой Таджикистан, информационного обеспечения уполномоченных государственных органов для разработки и утверждения управленческих нормативных-правовых актов в рамках своих компетенций по обращению с ядерными материалами и источниками ионизирующего излучения в интересах безопасности населения и защиты окружающей среды.

В настоящее время в Республике Таджикистан для регулирования ядерной и радиационной безопасности используются следующие документы, определяющие основные положения в обеспечении ядерной и радиационной безопасности:

– Закон Республики Таджикистан «Об использовании атомной энергии»;

– Закон Республики Таджикистан «О радиационной безопасности»;

– Закон Республики Таджикистан «О лицензировании отдельных видов деятельности».

Кроме этого, Республика Таджикистан подписала и ратифицировала следующие международные конвенции, касающиеся ядерной безопасности:

1. Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии;

2. Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации;

3. Конвенция о физической защите ядерного материала;

4. Конвенция о ядерной безопасности;

7. Объединённая конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами;

8. Договор «О зоне, свободной от ядерного оружия в Центральной Азии».

Уполномоченным государственным органом в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности является Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана. В рамках реализации положений Соглашения уполномоченный государственный орган координирует и управляет на национальном уровне выполнение обязательств Республики Таджикистан по ядерным гарантиям, которые возникают из Соглашения, в частности:

1) устанавливает требования относительно предоставления разрешений, проверки и надзора за юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, имеющими обязательства по применению гарантий, а также относительно применения санкций за несоблюдение мер, необходимых для применения гарантий;

2) способствует доступу представителей МАГАТЭ на объекты, места вне установок и любые другие площадки и места на территории Республики Таджикистан, доступ к которым необходим для осуществления проверочной деятельности, разрешённой Соглашением;

3) в определенных случаях сопровождает инспекторов МАГАТЭ при осуществлении ими проверочной деятельности;

4) требует от государственных органов, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей предоставление всей информации, необходимой для выполнения Соглашения и осуществляет сбор, ведение и передачу такой информации МАГАТЭ;

5) принимает регулирующие документы, необходимые для выполнения Соглашения;

6) осуществляет соответствующее взаимодействие с другими государственными органами в рамках выполнения этих обязательств.

Внесение изменений в законодательство в сфере использования атомной энергии позволило упорядочить систему регулирования отношений, установить и гармонизировать требования по безопасности на уровне международных стандартов, оптимизировать мероприятия, направленные на обеспечение безопасности, минимизировать затраты на их реализацию и исключить устаревшие нормы и восполнить пробелы.

Система гарантий МАГАТЭ на сегодня играет ключевую роль в качестве основного механизма проверки соблюдения государствами их соглашений о гарантиях с МАГАТЭ, укрепляя, таким образом, международный режим ядерного нераспространения. Гарантии МАГАТЭ также стоят на службе мирного использования атомной энергии, внося свой вклад в достижение практически всех целей устойчивого развития, поскольку они позволяют осуществлять мирное использование без риска распространения ядерного оружия.

СОЗИШНОМА ОИД БА КАФОЛАТҶО ВА ПРОТОКОЛИ ИЛОВАГӢ ВА ТАТБИҚИ ОНҶО ДАР ҶУМҶУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ф.А. Ҳамидов, Б.Б. Баротов, А.И. Музафаров, И.Мирсаидзода

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии
АМИТ, Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, f.khamidov@cbrn.tj*

*Дар мақолаи мазкур татбиқи кафолатҳои байналмилалӣ дар робита ба
Созишномаи байни Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Агентии байналмилалии энергияи
атомӣ дар асоси Шартномаи паҳн накардани силоҳи ядроӣ, ки соли 2004 эътибор
пайдо кардааст, баррасӣ шудааст.*

*Танзими ҳуқуқӣ дар соҳаи баҳисобгирӣ ва назорати маводи ядроӣ дар
Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ шудааст. Қонунҳо ва санадҳои меъёрии ҳуқуқии
амалкунандаи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи истифодаи энергияи атом бо
мақсадҳои осоишта таҳлил карда шудаанд.*

Калидвожаҳо: *баҳисобгирӣ ва назорати маводи ядроӣ, АБЭА, заминаи
ҳуқуқӣ, кафолат.*

SAFEGUARDS AGREEMENTS AND THE ADDITIONAL PROTOCOL AND THEIR APPLICATION IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

F.A. Khamidov, B.B. Barotov, A.I. Muzafarov, I. Mirsaidzoda

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
f.khamidov@cbrn.tj*

*This paper considers the application of International safeguards under the
agreement between Republic of Tajikistan and IAEA based on the Non-Proliferation
Treaty, which entered into force in 2004.*

*The legal regulation in the field of accounting and control of nuclear materials in
the Republic of Tajikistan is considered. The current laws and regulations of the
Republic of Tajikistan in the field of peaceful use of atomic energy are analyzed.*

Key words: *accounting and control of nuclear materials, IAEA, legal framework,
safeguards.*



ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕЗАКОННОГО ОБОРОТА ЯДЕРНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Ф.А. Хамидов, Б.Б. Баротов, А.И. Музафаров, У. Мирсаидов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан,
f.khamidov@cbrn.tj*

Настоящая работа посвящена рассмотрению проблем борьбы с незаконным оборотом ядерных и радиоактивных материалов в Республике Таджикистан. В статье проведён анализ действующего законодательства, предложены пути предотвращения незаконного оборота ядерных и радиоактивных материалов.

Ключевые слова: *незаконный оборот, ядерный и радиоактивный материал, ядерный терроризм.*

С увеличением ядерных технологий и нарастанием угрозы их применения силами международного терроризма, на повестку дня встали новые нетрадиционные угрозы международному режиму ядерного нераспространения. Наиболее серьёзными из них являются незаконный оборот ядерных материалов и ядерный терроризм.

Термин «ядерный терроризм» представляет собой совокупность преступных действий, связанных с захватом силой, хищением, противоправным приобретением, перемещением и использованием ядерных или других радиоактивных материалов с намерением причинить масштабный ущерб населению, экономике или окружающей среде в целях устрашения и оказания давления на общество и органы власти, закреплён в Законе Республики Таджикистан «О борьбе с терроризмом» и Уголовном кодексе Республики Таджикистан, где любые проявления терроризма, а тем более ядерного, относятся к наиболее тяжким преступлениям, наносящим ущерб государственной и общественной безопасности.

С целью укрепления международного сотрудничества между государствами в разработке и принятии эффективных и практических мер по предотвращению ядерного терроризма, а также судебному преследованию и наказанию виновных было разработана Международная конвенция о борьбе с актами ядерного терроризма. Конвенция также поддерживает сотрудничество между государствами в вопросах предотвращения нападения террористов посредством предоставления информации и содействия друг другу в расследовании преступных действий и в процедурах выдачи преступника. Договор требует сохранности любого конфискованного ядерного материала в соответствии с мерами безопасности МАГАТЭ и обращения с любым ядерным или радиоактивным материалом в соответствии со стандартами безопасности и здравоохранения, а также рекомендациями по физической защите МАГАТЭ.

Республика Таджикистан присоединилась к Международной конвенции о борьбе с ядерным терроризмом 14 сентября 2005 года и недавно ратифицировала ее.

Следует отметить, что ратифицируя Конвенцию о физической защите ядерного материала, Республика Таджикистан реализует часть положений Конвенции о борьбе с ядерным терроризмом.

Положения статьи 2 Международной конвенции о борьбе с актами ядерного терроризма обязывают государства-члены включить эти требования в свое национальное законодательство. Республика Таджикистан выполнила эти требования, так как соответствующие изменения в Закон Республики Таджикистан «О внесении изменений в Уголовный кодекс Республики Таджикистан» от 18 июня 2008 года №386 полностью внесены в Уголовный кодекс Республики Таджикистан.

Организация борьбы с незаконным оборотом ядерных и радиоактивных материалов включает в себя объективные предпосылки и субъективные факторы незаконного оборота ядерных материалов и радиоактивных веществ, статистику незаконного оборота, направления и меры борьбы с незаконным оборотом и другие проблемы.

Объективными предпосылками незаконного оборота являются:

- географическое и стратегическое расположение Республики Таджикистан предопределяют транзитные пути перемещений, как наркотических средств с юга на север, так и нелегальные пути транспортировки ядерных и радиоактивных веществ в южном направлении;
- объекты уранодобывающей и перерабатывающей промышленности (горно-химические комбинаты ГУП «Таджикредмет» и имеется металлолом технологического производства, имеющий высокое радиоактивное загрязнение и привлекательный для переработки во вторичной металлургии и продажи за пределы Таджикистана;
- большое количество источников ионизирующего излучения, используемых в горнорудной, перерабатывающей промышленности, в медицинских и научных учреждениях.

К субъективным факторам необходимо отнести:

- повышенный коммерческий спрос на ядерные материалы и радиоактивные вещества, попытки приобретения которых зафиксированы правоохранительными и таможенными службами. Целью приобретения является перепродажа посредникам для извлечения материальной выгоды;
- интерес со стороны международных террористических организаций к приобретению ядерного материала для производства ядерных боеприпасов;
- ведение боевых действий на протяжении ряда лет террористическими группировками в сопредельных с Таджикистаном государствах.

Республика Таджикистан в области использования атомной энергии придерживается норм международного законодательства, является участником Договора о нераспространении ядерного оружия.

В 2004 году Республика Таджикистан подписала с МАГАТЭ Соглашение о гарантиях и дополнительный протокол по гарантиям и Конвенцию о физической защите ядерных материалов.

Законодательство Республики Таджикистан в области использования атомной энергии представлено рядом законов:

- Закон «О радиационной безопасности», №42 от 26.06.2003;
- Закон «Об использовании атомной энергии», №529 от 20.10.2021;
- Закон «О лицензировании отдельных видов деятельности», №172 от 3.04.2007.

Эти законы определяют правовую основу и принципы регулирования общественных отношений при использовании атомной энергии, обеспечении режима нераспространения ядерного оружия, ядерной и радиационной безопасности.

Важной вехой в развитии нормативных актов является Постановление Правительства Республики Таджикистан от 25 октября 2022 года, №509 «О Порядке государственного регулирования в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности» и Постановление Правительства Республики Таджикистан от 02.12.2005 г., №471 «Об утверждении Положения о Межведомственном Совете по обеспечению радиационной безопасности».

С позиций Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана (далее Агентства), меры по профилактике, а также меры по выявлению, локализации и расследованию фактов незаконного оборота в Республике Таджикистан также представляются по следующим направлениям:

1. В рамках надзорно-регуляторной деятельности Агентство проводит работу по совершенствованию мер защиты и режима нераспространения ядерных материалов и других радиоактивных веществ, в частности:
 - За прошедший период со дня присоединения к Соглашению о гарантиях МАГАТЭ в РТ проведена работа по совершенствованию мер учета и контроля ядерных материалов на ядерных установках, внедрен передовой опыт, создана система учета и контроля ядерных материалов;
 - При непосредственном участии Агентства на всех ядерных объектах при финансовом и техническом участии стран - доноров проведена модернизация систем физической защиты на всех установках, позволяющая исключить хищения ядерного материала;
 - Совместно с другими органами было пресечено несколько попыток незаконного оборота ядерных и радиоактивных материалов, в том числе:
 - в 2010 и 2021 годах изъято некоторое количество ураносодержащих таблеток для реакторов;
 - в 2011 году предотвращена продажа радиоактивного цезия;
 - в 2022 году предотвращён ввоз загрязнённых радиоактивными материалами труб;

2. В общем, проблема контроля над незаконным оборотом ядерных и радиоактивных материалов может быть показана следующими схемами:

1). Ситуация:

а) распространение ядерных материалов:

- давление со стороны стран, близких к обладанию ядерного оружия;
- возможность получить финансовую прибыль от продажи ядерных материалов;

- связь с организованной экономической преступностью;
- нестабильная политическая и экономическая ситуация в стране;

б) незаконный оборот:

- незаконный оборот ядерных материалов с наркотиками;
- недостаточный контроль экспорта и импорта;
- подкуп должностных лиц;
- мафиозные группы. Террористы для шантажа;

в) рынок сбыта:

- материалы и оборудование;
- потребители;
- поставщики (лица из террористических, нелегальных и финансовых групп);

групп);

2). Предотвращение:

а) усовершенствование законодательство;

б) система проверки (создание Государственной системы учета и контроля за ядерными материалами);

в) ответственность предприятий и организаций;

г) физическая защита (защита от саботажа и несанкционированного вывоза);

д) контроль экспорта и импорта (улучшение пограничного контроля);

3). Обнаружение и расследование:

а) национальная система;

б) международный обмен информацией;

в) источники информации.

3. В рамках международных проектов Агентство ведет работы по оснащение техническими средствами государственной границы Республики Таджикистан для обнаружения радиоактивных материалов и материалов, имеющих повышенный радиационный фон, пересекающих границы.

РОҲҶОИ ПЕШГИРИИ ҚОҶОҚИ МАВОДИ ЯДРОИ ВА РАДИОАКТИВИЙ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ф.А. Ҳамидов, Б.Б. Баротов, А.И. Музафаров, У. Мирсаидов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии
АМИТ, Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, f.khamidov@cbrn.tj*

Мақолаи мазкур ба баррасии мушкилоти мубориза бо қочоқи маводи ядрой ва радиоактивӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баҳшида шудааст. Дар мақола таҳлили қонунгузори амалкунанда оварда шуда, роҳҳои пешгирии қочоқи маводи ядрой ва радиоактивӣ пешниҳод шудааст.

Калидвожаҳо: қочоқ, маводи ядрой ва радиоактивӣ, терроризми ядрой.

WAYS TO PREVENT THE ILLEGAL TRAFFICKING OF NUCLEAR AND RADIOACTIVE MATERIALS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

F.A. Khamidov, B.B. Barotov, A.I. Muzafarov, U. Mirsaidov

Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan, f.khamidov@cbrn.tj

Present work is devoted to consideration of issues to combat the illicit trafficking of nuclear and radioactive materials in the Republic of Tajikistan. The article analyzes the current legislation, suggests ways to prevent the illegal trafficking of nuclear and radioactive materials.

Keywords: *illicit trafficking, nuclear and radioactive material, nuclear terrorism.*



РАДОН В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ В ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

Х.М. Назаров, Т.Г. Хайров, М.М. Махмудова, К.А. Эрматов

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, holmurod18@mail.ru

Представлены результаты радонового мониторинга в помещениях общественных зданий (дошкольных, школьных и медицинских учреждений), расположенных вблизи радиоактивных хвостохранилищ, дислоцированных в отдельных регионах северного Таджикистана (городах Истиклол, Бустон и посёлке Газиён Бободжон Гафуровского района). Выявлено, что среднее значение объёмной активности радона в воздухе помещений в зданиях дошкольных, школьных образовательных учреждений, находящихся в г. Истиклол, достигает 93 Бк/м³.

Ключевые слова: *радонометр, радон, мониторинг, детекторы, доза, активность, детский сад, школа.*

В настоящей работе приведён анализ накопления радона в общественных зданиях различного класса на примере нескольких городов и населённых пунктов северного Таджикистана.

В качестве объектов исследования выбраны школы, детские сады и медицинские здания городов Истиклол, Бустон, а также посёлка Газиён Б. Гафуровского района, которые расположены вблизи радиоактивных хвостохранилищ, являющихся наследием бывшей советской урановой промышленности.

Материал и методы исследования. В качестве средства измерения был использован интегральный метод измерения объёмной активности (ОА) радона с применением трековых детекторов типа SSNTD и радиометр радона PPA-01M-03.

Измерение ОА радона в помещениях учреждений проводилось в летний период. Для пересчёта ОА радона в эквивалентную равновесную объёмную активность (ЭРОА) радона использовался коэффициент радиоактивного равновесия $F_{Rn}=0,4$.

Всего было исследовано 8 образовательных учреждений, расположенных на разных участках г. Истиклол. Большинство зданий дошкольных и школьных образовательных учреждений г. Истиклол двухэтажные, по типу строительных материалов – кирпичные, бетонные и каменные. Измерения осуществляли на первых этажах, длительность одного измерения составляла 25 минут. Измерения проводились в помещениях постоянного пребывания детей – классах, спортзалах, игровых залах и спальнях. Концентрация при мгновенных измерениях ОА радона в школах и детских садах находится в диапазоне от 20 до 259 Бк/м³. Среднее значение концентрации ОА радона – 93 Бк/м³.

Анализ полученных данных показал, что на концентрацию ОА радона внутри помещений существенное влияние оказывают строительные материалы. Так, в помещении здания Профтехучилища, построенного с использованием камня в качестве строительного материала, значение ОА радона составляет 259 Бк/м³, а для здания школы №6 данный показатель равняется 150 Бк/м³.

Также установлено, что на концентрацию ОА радона в помещении помимо строительных материалов влияние оказывает геология региона. Например, высокая концентрация радона (826 Бк/м³) в медицинском пункте (старый Табошар), объясняется тем, что здание было построено на участке земли с геологической аномалией (повышенная эманация радона), а также отсутствием вентиляции в подвале здания. Данные значения превышают установленный в Нормах радиационной безопасности Республики Таджикистан (НРБ-06 СП 2.6.1.001-06) норматив 200 Бк/м³ (для старых зданий).

Диапазон уровня концентрации ОА радона в больницах, медицинских пунктах в г. Истиклол был установлен от 20 до 290 Бк/м³, в трёх медицинских пунктах концентрация радона превышала 150 Бк/м³. Наибольшие значения концентрации ОА радона наблюдались в подвальных помещениях и на первых этажах зданий.

ЭРОА радона в воздухе помещений является важной характеристикой радоноопасности территорий, учитываемой при проектировании и эксплуатации зданий различного назначения. Анализ расчётных данных показал, что значения ЭРОА радона в исследуемых объектах колеблются в диапазоне от 10 до 330 Бк/м³.

Таким образом, поступление радона в воздух помещений регламентируется наличием радона в подстилающей поверхности в строительных материалах, слагающих структуру того или иного здания. Полученные по результатам радонового мониторинга данные свидетельствуют о том, что проблема защиты будущего поколения от вредного воздействия ионизирующего излучения требует комплексного исследования и оценки.

РАДОН ДАР БИНОҲОИ ҶАМЪИЯТИИ МИНТАҚАҲОИ АЛОҲИДАИ ТОҶИКИСТОН

Х.М. Назаров, Т.Г. Хайров, М.М. Маҳмудова, К.А. Эрматов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, holmurod18@mail.ru*

Натиҷаи мониторинги радон дар биноҳои ҷамъиятии (муассисаҳои томактабӣ, мактабӣ ва тиббӣ) воқеъ дар наздикии маҳфузгоҳҳои радиоактивӣ, ки дар минтақаҳои алоҳидаи шимолӣ Тоҷикистон (шаҳрҳои Истиқлол, Бӯстон ва деҳаи Ҷозиёни ноҳияи Бобоҷон Ғафуров) ҷойгир шудаанд, оварда шудааст. Муайян карда шудааст, ки қимати миёнаи фаъолнокии ҳаҷмии радон дар ҳавои биноҳои муассисаҳои томактабӣ ва таълимии мактабҳои дар шаҳри Истиқлол воқеъбуда ба 93 Бк/м³ мерасад.

***Калидвожаҳо:** радонметр, радон, мониторинг, детекторҳо, доза, фаъолнокӣ, боғчаи кӯдакон, мактаб.*

RADON IN PUBLIC BUILDINGS IN SOME REGIONS OF TAJIKISTAN

Kh.M. Nazarov, T.G. Khairov, M.M. Makhmudova, K.A. Ermatov

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
holmurod18@mail.ru*

The results of radon monitoring in the premises of public buildings (preschools, schools and medical institutions) located near radioactive tailings in the Northern part of Tajikistan (the cities of Istiklol, Buston and the Gaziyon village of the Bobojon Gafurov district) have been presented. It has been defined that the average value of the volumetric activity of radon in the indoor air in buildings of preschools and schools located in the Istiklol city reaches 93 Bq/m³.

***Key words:** radonometer, radon, monitoring, detectors, dose, activity, preschool, school.*



СОСТОЯНИЕ УРАНА В СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ

Н.Н. Рахматов, Х.М. Назаров, Ш.А. Рахимбердиев, И. Мирсаидозода

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, n.rahmatov@cbrn.tj*

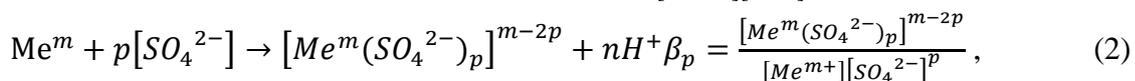
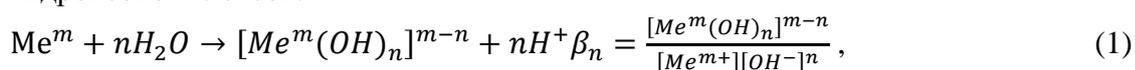
В работе приведены результаты изучения состояния урана в супесчаных почвах Таджикистана. Показано распределение ионных форм металлов в растворах $MeSO_4-H_2SO_4$ ($Me = Ca, Fe$).

Ключевые слова: *супесчаные почвы, ионная форма, уранил-катион, ионный радиус.*

Известно, что сорбция урана в почвах находится в зависимости от минералогического и гранулометрического состава почв, химических свойств присутствующих в почвах элементов, их физико-химического состояния и концентрации, содержания органических веществ, наличия в растворах различных ионов, миграционно способных коллоидов, комплексообразователей и т.д.

Одним из важных факторов, которые определяют механизм процесса сорбции, считают ионное состояние в растворе химических элементов. В шахтных водах чаще всего присутствуют чисто сульфатные системы, из анионов - хлорид-ионы с концентрацией 70-130 мг/л. Начало осаждения Fe^{3+} из-за присутствия сульфат-ионов начинает сдвигаться в более щелочную область.

В системах шахтных вод сульфатного типа отсутствуют такие комплексообразователи в виде фтор- и хлор-ионов. Если не учитывать возможность возникновения сложных гидросульфатных комплексов состава $Me(OH)_n(SO_4)_m$ в растворах, то по следующим реакциям возможно оценить долю сульфатных и гидроксокомплексов:



где β - константа устойчивости соответствующего комплексного иона.

Комплексные ионы металлов и их концентрации в растворе можно рассчитать по следующим формулам:

$$[Me^m(OH)_n]^{m-n} = \beta_n [Me^{m+}][OH^-]^n, \quad (3)$$

$$[Me^m(SO_4)_p]^{m-2p} = \beta_n [Me^{m+}][SO_4^{2-}]^p. \quad (4)$$

Как видно из приведённых зависимостей, в растворе доля того или иного комплексного иона зависит от различных факторов: констант устойчивости образующихся ионов, концентрации лигандов, рН среды. Зная концентрации комплексных ионов образующихся в растворе, можно вычислить долю всех конкретных ионов, используя формулу:

$$\varphi_m = [MeA_m] / C_{Me}.$$

Суммарная концентрация в растворе (C_{Me}) металла будет равна сумме катионов исходного металла $[Me^m]$, гидролизованных и прочих комплексных ионов:

$$\sum_{n=1}^{N_1} \beta_n [Me^{m+}] [OH^-]^n, \quad (5)$$

$$\sum_{p=1}^{N_2} \beta_p [Me^{m+}] [SO_4^{2-}]^p. \quad (6)$$

Из формул (5) и (6) следует, что сумму всех ионных форм состояния можно записать следующим образом:

$$C_{Me} = [Me^{m+}] \left(1 + \sum_{n=1}^{N_1} \beta_n [OH^-]^n + \sum_{p=1}^{N_2} \beta_p [SO_4^{2-}]^p \right). \quad (7)$$

В растворе равновесие будет определяться, исходя из долей существующих комплексных ионов:

$$\varphi_{[Me^{n+}]} = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{N_1} \beta_n [OH^-]^n + \sum_{p=1}^{N_2} \beta_p [SO_4^{2-}]^p}, \quad (8)$$

$$\varphi_{[Me^m(SO_4^{2-})_p]^{m-2p}} = \frac{\beta_p [SO_4^{2-}]^p}{1 + \sum_{n=1}^{N_1} \beta_n [OH^-]^n + \sum_{p=1}^{N_2} \beta_p [SO_4^{2-}]^p}, \quad (9)$$

$$\varphi_{[Me^m(OH)_n]^{m-n}} = \frac{\beta_n [OH^-]^n}{1 + \sum_{n=1}^{N_1} \beta_n [OH^-]^n + \sum_{p=1}^{N_2} \beta_p [SO_4^{2-}]^p}. \quad (10)$$

Результаты расчёта диаграмм, характеризующих распределение ионов в зависимости от содержания сульфат-ионов и от кислотности раствора, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение ионных форм металлов в растворах $MeSO_4$ - H_2SO_4

Ион	Доля ионов (%) при концентрации $[SO_4^{2-}]$, моль/дм ³						
	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	1.0
Ca^{2+}	0.99	0.83	0.495	0.329	0.089	0.047	0.004
$[CaOH]^+$	$2.88 \cdot 10^{-9}$	$2.4 \cdot 10^{-9}$	$1.43 \cdot 10^{-9}$	$9.5 \cdot 10^{-10}$	$2.6 \cdot 10^{-10}$	$1.3 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-11}$
Fe^{3+}	0.11	$1.11 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$3.94 \cdot 10^{-5}$	$3.55 \cdot 10^{-6}$	$1.25 \cdot 10^{-6}$	$3.98 \cdot 10^{-8}$
$[FeOH]^{2+}$	0.784	0.082	$8.19 \cdot 10^{-3}$	$2.92 \cdot 10^{-3}$	$2.63 \cdot 10^{-4}$	$9.31 \cdot 10^{-5}$	$2.95 \cdot 10^{-6}$
$[Fe(OH)_2]^+$	0.156	0.016	$1.63 \cdot 10^{-3}$	$5.83 \cdot 10^{-4}$	$5.25 \cdot 10^{-5}$	$1.86 \cdot 10^{-5}$	$5.89 \cdot 10^{-7}$
$[FeSO_4]^+$	0	0.017	$8.36 \cdot 10^{-3}$	$5.97 \cdot 10^{-3}$	$2.69 \cdot 10^{-3}$	$2.51 \cdot 10^{-4}$	$6.02 \cdot 10^{-4}$

Полученные результаты определяют химию водных растворов сульфатов исследованных элементов. В отсутствие сильных комплексообразователей железо (III) начинает гидролизываться уже при pH=3. Таким образом, катионы в растворах являются основной ионной формой близких по химическому составу шахтным водам металлов.

В нейтральных и щелочных средах уран находится в гидролизных формах. Растворимость $UO_2(OH)_2$ равна $3,5 \cdot 10^{-9}$ моль/л, константа диссоциации составляет $2 \cdot 10^{-22}$. Концентрация ионов уранила в нейтральных средах составляет 10^{-8} моль/л, однако она повышается до 10^{-2} моль/л в кислых растворах при pH=4. Общая концентрация в нейтральной среде ионов урана не снижается ниже 10^{-6} моль/л, в

связи с тем, что в растворе могут присутствовать, как ионы $\text{UO}_2(\text{OH})^+$, так и продукты гидролиза.

Катион UO_2^{2+} по структуре является линейным образованием, центральное место в котором занимает U^{6+} , а атомы кислорода расположены на равноудалённых от него расстояниях. По результатам исследования ионных радиусов было выявлено, что атом урана и атомы кислорода связаны между собой ковалентными связями. Высокая прочность соединений с ковалентными связями атомов объясняется тем, что у них образуются общие электроны. Шестивалентный уран имеет низкую прочность соединений, что можно объяснить тем, что весь заряд сосредоточен не вокруг кислорода, а вокруг урана. Ионные радиусы таких катионов составляют 3Å , что является значительным препятствием изоморфного вхождения в структуру кристаллов минерала. Следовательно, шестивалентный уран образует самостоятельные минералы в основном с крупными анионами. Его накопление в мелкозернистых породах объясняется большими размерами катиона U^{6+} . В средах, насыщенных карбонатами магния и кальция, за счёт осаждения $\text{Ca}_2(\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3)$ и $\text{Ca,Mg}(\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3)$ может увеличиваться прочность поглощения.

ВАЗЪИ УРАН ДАР ХОКҲОИ РЕГДОР

Н.Н. Рахматов, Х.М. Назаров, Ш.А. Рахимбердиев, И. Мирсаидозода

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, n.rahmatov@cbrn.tj*

Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши ҳолати уран дар хокҳои регдори Тоҷикистон оварда шудаанд. Тақсимоти шаклҳои иони металлҳо дар маҳлулҳои $\text{MeSO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$ ($\text{Me} = \text{Ca}, \text{Fe}$) нишон дода шудааст.

Калидвожаҳо: *хокҳои регдор, шакли ионӣ, катиони уранилӣ, радиуси ионӣ.*

STATE OF URANIUM IN SANDY SOILS

N.N. Rakhmatov, Kh.M. Nazarov, Sh.A. Rakhimberdiev, I. Mirsaidozoda

Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, n.rahmatov@cbrn.tj

The paper presents the results of studying the state of uranium in sandy loamy soils of Tajikistan. The distribution of ionic forms of metals in $\text{MeSO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$ ($\text{Me} = \text{Ca}, \text{Fe}$) solutions is shown.

Key words: *sandy loamy soils, ionic form, uranyl cation, ionic radius.*



ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ И ЭКСХАЛЯЦИЯ РАДОНА С ПОВЕРХНОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАНА

Х.М. Назаров, М.М. Хакдодов, Ф.З. Шафиев, Н.Н. Рахматов, У.М. Мирсаидов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

В работе приведены результаты измерения гамма-излучения и эксхалиции радона с поверхности радиоактивных хвостохранилищ Таджикистана. Анализ результатов выполненных работ показывает, что в настоящее время на территории северного Таджикистана относительно высокие значения объёмной активности радона в атмосферном воздухе наблюдаются в зонах расположения урановых хвостохранилищ, в первую очередь в г. Истиклол и Дигмайском хвостохранилище. Данное обстоятельство обусловлено, прежде всего, отсутствием защитных покрытий на поверхности хвостового материала, что превращает эти местности по сути в радоноопасные территории техногенного происхождения.

***Ключевые слова:** радиоактивное хвостохранилище, мониторинг, гамма-излучение, эксхалиция радона, объёмная активность радона.*

Интенсивная переработка урановых руд на территории северного Таджикистана в советский период привела к накоплению значительного количества отходов с высокими концентрациями радионуклидов, в основном, ряда ^{238}U [1].

Гафуровское хвостохранилище эксплуатировалось с 1942 до 1955 г., в котором накоплено 400 тыс. тонн отходов. Площадь поверхности хвостохранилища составляет около 5 га. Захоронения хвостохранилища г. Гафурова проводились в 1991-1992 годах. Поверхность Гафуровского хвостохранилища покрыта лёссовидными суглинками толщиной до 2,5-3,0 м, и плотность потока радона (ППР) с поверхности не превышает 0,1 Бк/(м²·с). Основными радиоактивными веществами в захоронении являются: ^{238}U , ^{232}Th и ^{226}Ra . Суммарная активность составляет 6,85 ТБк.

Адрасманское хвостохранилище образовалось в 1970 годах в результате объединения 6 мелких хвостохранилищ, находящихся вокруг пос. Адрасман. Площадь 2,5 га, количество отходов 400 тыс. тонн.

Чкаловское хвостохранилище «Карта 1-9» образовано на территории 18 га, состоит из 9 карт, содержит 4 млн. тонн отходов и покрыто слоем нейтрального грунта от 0,5 до 0,7 м. Валовая активность отходов в хвостохранилище около 29 ТБк.

В г. Истиклол (бывший г. Табошар) находятся 5 урановых хвостохранилищ. Отходы образовались в период с 1945 по 1965 г. в результате деятельности двух гидрометаллургических заводов по переработке урановых руд. Все хвостохранилища, за исключением отходов фабрики бедных руд (ФБР), относятся к категории «законсервированных». В 1973-1975 гг. они были законсервированы

путём засыпки поверхности и откосов карт слоем местного грунта мощностью до 1 м.

Дигмайское хвостохранилище относится к категории действующих объектов гидрометаллургической переработки радиоактивных руд. В эксплуатацию введено в 1963 г. Хвостохранилище простирается на территории 90 га и содержит около 34 млн. тонн хвостов. Общая активность отходов в хвостохранилище составляет порядка 156 ТБк. Мощность эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения на открытой поверхности хвостохранилища варьируется от 5 до 15 мкЗв/ч. За прошедшие годы хвостовой материал высох, почва подвергалась эрозии, и образовались трещины шириной 20-50 см и глубиной 3-5 метров, которые способствуют интенсивному радоновыделению. Средние значения плотности потока радона (ППР) находится в пределах от 10 до 65 Бк/(м²·с), а годовое поступление радона в атмосферу составляет более 30 ТБк. Анализ полученных данных [2, 3] показывает, что на разных участках действующего Дигмайского хвостохранилища объёмная активность (ОА) радона в атмосферном воздухе варьирует в пределах 200-1000 Бк/м³. Среднее значение МЭД гамма-излучения на открытой поверхности хвостохранилища составляет 10 мкЗв/ч. Результаты измерения МЭД гамма-излучения и концентрации радона на поверхности хвостохранилищ обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения и эксхалиции радона над радиоактивных хвостохранилищах Таджикистана

Объект	МЭД, мкЗв/ч	ОА радона, Бк/м ³	ЭРОА радона *, Бк/м ³	ППР, Бк/(м ² ·с)
Дигмайское хвостохранилище	10,0	600	360	40
Хвостохранилище I-II очередей	0,68	45	27	3,7
Хвостохранилище III очереди	0,76	35	21	3,6
Хвостохранилище IV очереди	0,77	25	15	5,9
Отвалы Фабрики бедных руд	1,78	17	10	0,9
Хвостохранилище Адрасман	0,50	150	90	2,4
Хвостохранилище «Карта 1-9»	0,40	42	25	1,0
Гафуровское хвостохранилище	0,18	55	33	0,05
Примечание: * для пересчёта ОА радона в эквивалентную равновесную объёмную активность радона (ЭРОА) использовалось значение коэффициента радиоактивного равновесия F_{Rn} , равное 0,6 для атмосферного воздуха, в соответствии с данными Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) 2000 и 2006 гг. и рекомендациями Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ).				

На территории хвостохранилищ г. Истиклол значение ОА радона в атмосферном воздухе находится в пределах 20-195 Бк/м³. То есть, концентрация радона в атмосферном воздухе над поверхностью хвостохранилищ является невысокой, так как данная местность характеризуется хорошей проветриваемостью. Однако значения ППР с поверхности хвостохранилищ – выше установленного норматива 1 Бк/(м²·с) [4].

МЭД гамма-излучения на поверхности хвостового материала зависит от удельной активности радионуклидов, содержащихся в отходах, радиологических свойств радионуклидов, геометрии излучения и защитных свойств излучающего материала [5, 6].

На поверхности хвостохранилища Адрасман показатель МЭД гамма-излучения составляет 0,4-1,25 мкЗв/ч. На склонах по рельефу вниз значения МЭД достигают 1,75 мкЗв/ч, что связано с переносом радиоактивного хвостового материала из тела хвостохранилища под воздействием атмосферных осадков. На нижней части территории Адрасманского хвостохранилища местами отмечается повышенное значение МЭД гамма-излучения до 3,7 мкЗв/ч. На границе населённого пункта на расстоянии 20-30 метров эти значения снижаются до 1,4 мкЗв/ч [7, 8].

По данным [9], содержание радона в воздухе над поверхностью хвостохранилища Адрасман, где средние значения ОА радона составляли 150 Бк/м³, ЭРОА радона 90 Бк/м³. Среднее значение ППР с поверхности хвостохранилища Адрасман оценивается в 2,4 Бк/(м²·с).

В то же время установлено, что потенциальная радоноопасность территории радиоактивных хвостохранилищ, поверхность которых имеет защитное покрытие, гораздо ниже, чем открытой поверхности. Например, ППР на территории Гафуровского хвостохранилища, поверхность которого покрыта грунтом толщиной до 2,5-3,0 м, не превышает 0,1 Бк/(м²·с) при средних значениях 0,04-0,06 Бк/(м²·с), а показатель ОА радона в атмосферном воздухе составляет в среднем 55 Бк/м³.

На разных участках действующего Дигмайского хвостохранилища ОА радона в атмосферном воздухе варьирует в пределах 200-1000 Бк/м³, а ППР с поверхности достигает 65 Бк/(м²·с).

На территории хвостохранилищ г. Истиклол значения ОА радона в атмосферном воздухе находятся в пределах 20-195 Бк/м³. Для улучшения радоновой обстановки на территории северного Таджикистана с учётом возможного расширения территории застройки населённых пунктов, рекомендуется провести комплекс мероприятий по рекультивации территории объектов уранового наследия, в первую очередь урановых хвостохранилищ г. Истиклол и Дигмайского хвостохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. Khakimov, N. Physico-Chemical and Manufacturing Basis for Uranium Concentratis Production from Wastes of Hydrometallurgical Plants and Technical Waters / N. Khakimov, Kh.M. Nazarov, I.U. Mirsaidov. – Dushanbe, 2012. - 210 p.

2. Назаров, Х.М. Оценка радоноопасности территории Дигмайского хвостохранилища / Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, К.А. Эрматов // XXI век. Техносферная безопасность. - 2017. - Т. 2. - № 3. – С. 44-48.
3. Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него / Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, С.М. Бахронов [и др.] // Радиационная гигиена. - 2019. - Т.12. - № 1. – С. 115-121.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-06) СП2.6.1.001.06. – Душанбе: Дониш, 2006. – 172 с.
5. Экологические аспекты реабилитации урановых хвостохранилищ г. Истиклола Республики Таджикистан / К.А. Эрматов, Дж.А. Саломов, Н. Хакимов [и др.] // Известия АН Республики Таджикистан. - 2015. - № 2 (159). – С. 87-92.
6. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан / К.А. Эрматов, Х.М. Назаров, Дж. Саломов [и др.] // Радиационная гигиена. - 2018. - Т. 11. - № 2. – С. 83-90.
7. Assessment of the Potential Radiation Hazard of the Adrasman Tailing Dump (Tajikistan) for the Population Living Around It = [Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Адрасман (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него] / У. Мирсаидов, Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев [и др.] // Journal of Health and Environmental Research. – 2022. - № 8 (2). – P. 151-158. DOI: 10.11648/j.jher.20220802.20.
8. Сравнительная оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилищ Согдийской области Таджикистана / У. Мирсаидов, Х.М. Назаров, М.М. Махмудова [и др.] // Радиация и риск. - 2022. - Т. 31. - № 2. – С. 118-127.
9. Радоновый мониторинг на территории Северного Таджикистана / Х.М. Назаров, У. Мирсаидов, Ш.Г. Шосафарова, М.М. Махмудова // Радиационная гигиена. - 2020. - Т. 13. - № 1. - С. 68-73. DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-1-68-73.

ГАММА-АФКАНИШОТ ВА ЭКСХАЛЯТСИЯИ РАДОН АЗ САТҲИ МАҲФУЗГОҲҶОИ РАДИОАКТИВИИ ТОҶИКИСТОН

Х.М. Назаров, М.М. Ҳақдодов, Н.Н. Раҳматов, Ф.З. Шафиев, У.М. Мирсаидов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Дар мақола натиҷаҳои ҷенкунии гамма-афканишот ва эксхалатсияи радон аз сатҳи маҳфузгоҳҳои радиоактивии Тоҷикистон оварда шудаанд. Таҳлили натиҷаҳои корҳои иҷрошуда нишон медиҳанд, ки айни замон дар ҳудуди шимолӣ

Тоҷикистон нишонаҳои нисбатан баланди фаъолнокии ҳаҷмии радон дар ҳавои атмосферӣ дар минтақаҳои, ки маҳфузгоҳҳои ураний ҷойгиранд, неш аз ҳама дар шаҳри Истиқлол ва маҳфузгоҳи Деҳмоӣ мушоҳида карда мешаванд. Ин ҳолат, неш аз ҳама, ба мавҷуд набудани рӯйпӯшҳои муҳофизатӣ дар сатҳи болоии маҳфузгоҳ вобастагӣ дошта, минтақаҳои мазкурро ба ҳудудҳои аз радони техногенӣ хатарнок табдил медиҳад.

Калидвожаҳо: маҳфузгоҳҳои радиоактивӣ, мониторинг, гамма-афканишот, эксхалатсияи радон, фаъолнокии ҳаҷмии радон.

GAMMA RADIATION AND RADON EXHALATION FROM THE SURFACE OF RADIOACTIVE TAILS OF TAJIKISTAN

Kh.M. Nazarov, M.M. Khakdodov, N.N. Rakhmatov, F.Z.Shafiev, U.M. Mirsaidov

Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, info@cbrn.tj

The results of gamma radiation measurements and radon exhalation from the surface of radioactive tailings in Tajikistan have been presented in the article. An analysis of the results of work performed shows that at present, within the territory of northern Tajikistan, relatively high values of the volumetric activity of radon in the atmospheric air are observed in the areas where uranium tailings are located, primarily in the city of Istiklol and the Digmai tailing. This circumstance is due, first of all, to the absence of protective coatings on the surface of the tailing material, which turns these areas into essentially radon-hazardous areas of technogenic origin.

Key words: radioactive tailings, monitoring, gamma radiation, radon exhalation, radon volumetric activity.



МОНИТОРИНГ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ОНКОЛОГИЧЕСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА Г. ДУШАНБЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Н.У. Хакимова, Ш.Г. Шосафарова, Е.Ю. Малышева, М.А. Зоитова

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, Душанбе, Республика Таджикистан, nodirataj@mail.ru

В статье представлен анализ данных мониторинга индивидуальных доз облучения сотрудников Республиканского онкологического научного центра, отнесенных к группе «А» за период с 2010 -2020 гг.

Ключевые слова: радиационная безопасность, профессиональное облучение, лучевая терапия, индивидуальный дозиметрический контроль, эффективная доза, термолюминесцентный метод.

Цель исследования – выявление профессиональных групп персонала с большими дозовыми нагрузками, работающих в отделениях лучевой терапии.

Контроль и учет индивидуальных доз облучения персонала Республиканского онкологического научного центра проводился ежеквартально в течение 2010 по 2020 гг. лабораторией Отдела научно-исследовательских и технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана. Мониторинг вёлся методом термолюминесцентной дозиметрии (ТДЛ), с использованием детекторов ТЛД-100 на основе LiF:Mg,Ti и считывающего устройства “Harshaw-4500” с программным обеспечением WimREMS. Система считывает индивидуальные эквивалентные дозы облучения Hp(0,07) и Hp(10). Каждый сотрудник имел персональный ТЛД дозиметр с идентификационным штрих-кодом, который крепился на уровне груди. При использовании просвинцованного фартука, дозиметр крепился под ним. В связи с естественным варьированием чувствительности термолюминесцентного материала и физической массы ТЛ элемента, отклонения показаний детекторов, подвергнутых облучению с одинаковыми характеристиками, от среднего значения показаний детекторов составляли $\leq 30\%$.

В Республиканском онкологическом научном центре Таджикистана сотрудников, отнесенных к группе «А» и состоящих на учёте и контроле в 2010 году, было 5, и к 2020 году их уже состояло 14 человек (рисунок 1). Они относятся к следующим профессиональным категориям: врач радиолог, медицинский физик, рентгенолаборант, инженер и санитарка. На рисунке 1 представлена динамика изменения количества сотрудников разных профессиональных категорий Республиканского научного онкологического центра за период с 2010 - 2020 гг.

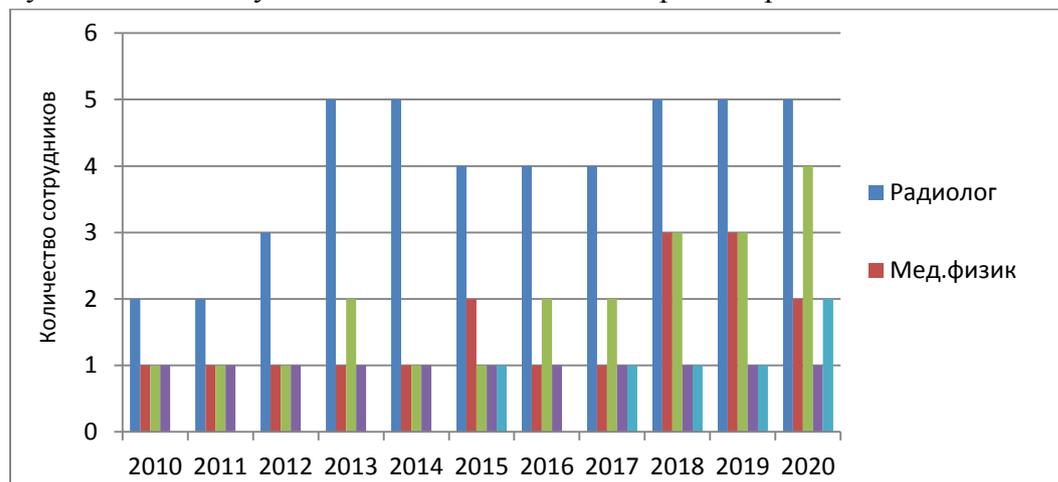


Рисунок 1 - Динамика изменения количества сотрудников разных профессиональных категорий Республиканского научного онкологического центра за период 2010-2020 гг.

Сопоставление минимальных и максимальных эффективных годовых доз облучения, полученных различными профессиональными группами за период с

2010 - 2020 гг., показало, что минимальные значения у всех групп ~ 1 мЗв, то есть почти фоновые (таблица 1).

Таблица 1 - Минимальные и максимальные значения годовых E(эффект.) доз облучения медперсонала Республиканского онкологического научного центра за период 2010-2020 гг.

Профессиональная группа	Годовая доза, мЗв	
	Min	max
Врач-радиолог	1,08	2,54
Медицинский физик	0,9	2,04
Инженер	1,21	6,64
Рентгенолаборант	1,03	6,58
Санитарка	1,12	1,81

Максимальные значения были получены инженером в 2014 году - 6,64 мЗв во время проведения ремонтных работ медицинского оборудования и рентгенолаборантом в 2011 г. - 6,58 мЗв.

Анализ среднегодовых доз облучения медперсонала Республиканского онкологического научного центра показал, что у врачей-радиологов, медицинских физиков, рентгенолаборантов средняя эффективная годовая доза E(эффект.) ср. ≤ 2 mSv, за исключением 2011 г., когда работал только один рентгенолаборант, получивший годовую эффективную дозу 6,58 mSv (рисунок 2).

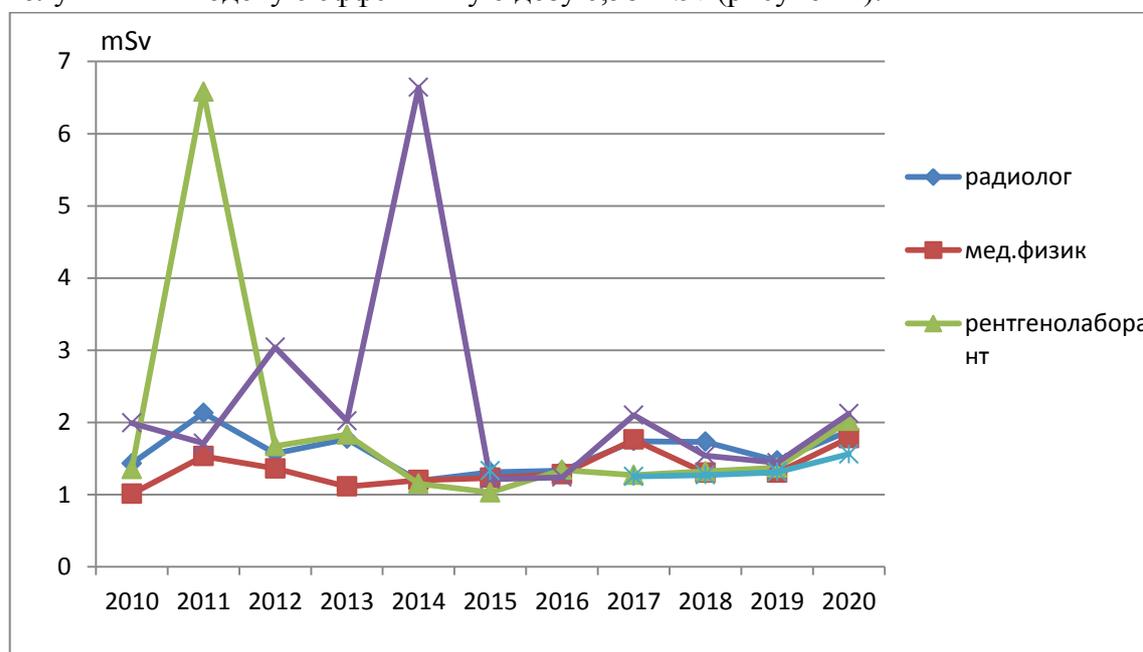


Рисунок 2 - Среднее значение эффективной годовой дозы для различных профессиональных категорий медперсонала Республиканского онкологического научного центра за период 2010-2020 гг.

Если бы в этот период работало два или более рентгенолаборанта, то среднее значение эффективной годовой дозы было бы значительно ниже. У санитарок ~ 1,5

мЗв. Поскольку в этом онкологическом центре работает только один инженер, занимающийся ремонтом медицинского оборудования, на графике представлены его годовые эффективные дозы облучения. Соответственно, увеличение дозы облучения происходит в период ремонта и наладки оборудования, как например в 2014 г. - 6,64 mSv, что в прочем не превышает предел допустимой дозы облучения 20 mSv в год. За исключением этого года его годовая дозовая нагрузка не превышала $E(\text{эффект}) \leq 3$ мЗв.

Таким образом, средние эффективные годовые дозы облучения, полученные врачами-радиологами, медицинскими физиками, рентгенолаборантами и санитарками Республиканского онкологического научного центра за период 2010 - 2020 гг. в основном находятся в пределах ~ 2 мЗв. И хотя рентгенолаборантом один раз за 11 лет была получена годовая эффективная доза 6,58 мЗв, в целом рентгенолаборанты за эти годы имели дозу облучения не более 2,1 мЗв в год. Наибольшие дозовые нагрузки получает инженер, при этом, у всех категорий сотрудников Республиканского онкологического научного центра они не превышают допустимые предельные значения, установленные «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-06 СП 2.6.1.001-06) [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-06 СП 2.6.1.001-06): утв. Министерством юстиции РТ, №237 от 16.01.07.

МОНИТОРИНГИ ШУОЪХҶҲРИИ КАСБИИ КОРМАНДОНИ МАРКАЗИ ҶУМҲУРИЯВИИ ИЛМИИ САРАТОНШИНОСИИ Ш.ДУШАНБЕ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Н.У. Ҳакимова, Ш.Г. Шосафарова, Е.Ю. Малышева, М.А. Зоитова

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, nodirataj@mail.ru*

Дар мақола таҳлили маълумотҳои мониторинги дозаҳои инфиродии кормандони Маркази ҷумҳуриявии илмии саратоншиносӣ, ки ба гурӯҳи «А» шомиланд, дар давраи солҳои 2010-2020 оварда шудааст.

***Калидвожаҳо:** бехатарии радиатсионӣ, шуоъхӯрии касбӣ, муолиҷаи нури, назорати инфиродии дозиметрӣ, дозаи самаранок, усули термолюминестсионӣ.*

PROFESSIONAL EXPOSURE MONITORING OF EMPLOYEES OF THE REPUBLICAN SCIENTIFIC ONCOLOGICAL CENTER OF DUSHANBE OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

***N.U. Khakimova, Sh.G. Shosafarova, E.Yu. Malysheva, M.A. Zoitova**
Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National
Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, nodirataj@mail.ru*

The article presents an analysis of monitoring data on individual exposure doses of the Republican Scientific Oncological Center employees, assigned to group "A" for the period from 2010-2020.

Key words: *radiation safety, occupational exposure, radiation therapy, individual dosimetric control, effective dose, thermoluminescent method.*

ОЦЕНКА РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ТАДЖИКИСТАНА

*Х.М. Назаров, М.З. Ахмедов, Ш.А. Рахимбердиев, Т.Г. Хайров, К.А. Эрматов,
И. Мирсаидзода*

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, Душанбе, Республика Таджикистан, holmurod18@mail.ru*

В статье рассмотрены и обсуждены существующие проблемы радоновой опасности на территориях северного Таджикистана на объектах радиоактивных отходов бывшего уранового производства. Приводится современное состояние некоторых радоноопасных участков.

Ключевые слова: *хвостохранилище, радон, радоновая проблема, облучение населения, радиоэкологический мониторинг, объемная активность радона, доза.*

Как известно, территория Согдийской области Республики Таджикистан характеризуется наличием ряда хвостохранилищ, обусловленных естественными и техногенными проявлениями повышенной радоноопасности, главными из которых являются хвостохранилища в г. Истиклол, пос. Дигмай, пос. Адрасман и др. [1, 2].

Как известно, ^{222}Rn , являющийся членом радиоактивного ряда, образуемого продуктами распада ^{238}U , по химическим свойствам относится к группе инертных газов. При дыхании радон и его дочерние продукты распада попадают вместе с воздухом в лёгкие. При их распаде происходит внутреннее облучение альфа-частицами, чрезвычайно чувствительной лёгочной ткани. При этом существенно возрастает риск раковых заболеваний. Период полураспада изотопа ^{222}Rn составляет 3,82 суток, что позволяет ему диффундировать из почвы и распространяться в атмосфере. Радон высвобождается из земной коры повсеместно, но его концентрация в наружном воздухе существенно различается для пунктов Земного шара [3, 4]. На территории хвостохранилищ северного Таджикистана наблюдается проявление радонового фактора риска [5, 6].

Эквивалентная равновесная объёмная активность (ЭРОА) радона в воздухе помещений является важной характеристикой радоноопасности территорий, учитываемой при проектировании и эксплуатации зданий различного назначения. Это связано прежде всего с тем, что ЭРОА является комплексной характеристикой, учитывающей объёмные активности (ОА) дочерних продуктов распада, таких как ^{218}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi , причём два последних являются гамма-излучателями. Поступление радона в воздух помещений регламентируется наличием ^{226}Ra в

подстилающей поверхности в строительных материалах, слагающих структуру того или иного здания. При определении ЭРОА радона руководствуются характеристикой сдвига радиоактивного равновесия между самим радоном и его дочерними продуктами распада. Годовой режим ЭРОА радона находится в прямой зависимости от разницы внутренне-внешних температур и сезонного промерзания грунтов.

В связи с вышесказанным, для Республики Таджикистан является весьма важным и своевременным проведение радонового мониторинга на территории северного Таджикистана и составления карты, оценки радоноопасности территории и при необходимости разработка «радоновой программы» в стране.

На территории бывшей промышленной площадки горнодобывающего предприятия близ г. Истиклол сосредоточены радиоактивные отходы, образовавшиеся в результате деятельности предприятия уранового производства: отвалы горных пород, отвалы кучного выщелачивания и Фабрики бедных руд, хвостохранилища. Отходы образовались в период с 1945 по 1965 гг. от производственной деятельности двух гидрометаллургических заводов и двух обогатительных фабрик по добыче урановой руды и его переработке. Табашарское урановое месторождение было основной сырьевой базой ГП «Востокредмет» до 1965 г. Общая площадь хвостохранилищ и отвалов забалансовых руд в Табашаре составляет 63 га. Мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения в окружении отвалов были определены на уровне 0,4-0,7 мкЗв/час и достигали 1,0-3,0 мкЗв/час в местах, где находятся отвалы забалансовых руд. Среднегодовой выброс радона с поверхности оценивается в 0,39 ТБк/год.

Дигмайское хвостохранилище относится к категории действующих объектов гидрометаллургической переработки радиоактивных руд. В эксплуатацию введено в 1963 году. Оно расположено на территории Б.Гафуровского района на Дигмайской возвышенности, на расстоянии 1,5 км от ближайшего населённого пункта – посёлок Гузиён, от города Худжанда – на расстоянии 10 км. Занимаемая площадь 90 гектаров. В нём накоплено 21 миллионов тонн рудных отходов уранового производства, 500 тыс. тонн забалансовой руды урана. Изучена динамика выделения радона в зависимости от времени года. Установлено, что эксхалация радона из почвы на поверхности хвостохранилища – выше норматива безопасности (1 Бк/(м²·сек.)).

Адрасманское хвостохранилище занимает площадь около 2,5 га. В нём размещены около 400 тыс. тонн хвостового материала с суммарной активностью 5,92 ТБк (160 Кюри). МЭД на поверхности хвостохранилища составляет 0,4-0,6 мкЗв/час.

Чкаловское хвостохранилище “Карта 1-9”. Хвостохранилище образовалось в период с 1945 до 1960 гг., состоит из 9 карт, занимает площадь 18 га и содержит около 400 тыс. тонн отходов. Валовая активность отходов в хвостохранилище около 29 ТБк. Максимальное значение эксхалации радона составляет 1,0 Бк/(м²·сек.).

Хвостохранилище правого берега г. Худжанд. В период с 1973 по 1978 гг. месторождение Киик-Тал обрабатывалось способом подземного выщелачивания.

Отвалы штолен бывшего Рудника №3 находятся в 4-5 км от жилого сектора г. Худжанд, расположенного на склоне предгорья гор Моголтау. Общая площадь отвалов – около 6 га. Отвалы покрыты грунтовым слоем 0,5-0,7 м. МЭД на поверхности покрытия составляет 0,3-0,6 мкЗв/час.

Гафуровское хвостохранилище, фактически расположенное в черте города, имеет защитное противорадиационное покрытие с 1995 г., ограждено вокруг железобетонным забором. Защитное покрытие представляет собой лёссовидные суглинки с толщиной до 2,5-3,0 м. Это покрытие играет роль противорадиационного экрана, позволяющего снизить интенсивность гамма-излучения и скорость выделения радона в атмосферу (эксхаляцию). Значения интенсивности гамма-излучения (МЭД) на поверхности хвостохранилища лежат в пределах от 0,10 до 0,22 мкЗв/час. Эксхаляция не превышает 0,1 Бк/м²·с при средних значениях 0,04-0,06 Бк/м²·с.

Таким образом, площадки уранового наследия на территории северного Таджикистана включают все виды объектов: рудники, галереи, туннели, вентиляционные шахты, отвалы и хранилища бедных руд, фабрики по переработке урановой руды, хранилища отходов уранового производства и хранилища загрязнённых материалов от добычи и переработки урановой руды. Некоторые урановые хвостохранилища также используются, как площадки для отвала загрязнённых или других обеднённых материалов. Вода с высокой концентрацией урана вытекает в речку из бывших шахт некоторых урановых рудников северного Таджикистана непрерывным потоком, а в отдельных рудниках это носит сезонный характер.

Для решения проблем, связанных с урановыми хвостохранилищами, Правительство Республики Таджикистан и руководство соседних стран призвали международные организации оказать содействия в их реабилитации. В настоящее время реализуется несколько международных проектов по рекультивации хвостохранилищ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан / Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, Дж. Саломов [и др.] // Радиационная гигиена. - 2018. - Т. 11. - № 2. – С. 83-90.
2. Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него / Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, С.М. Бахронов [и др.] // Радиационная гигиена. - 2019. - Т. 12. - № 1. – С. 115-121.
3. Кендиван, О.Д.-С. Объёмная активность радона в воздухе зданий дошкольных учреждений Кызыла / О.Д.-С. Кендиван, А.Т. Куулар // Вестник Омского ун-та. - 2014. - № 2. - С. 76-78.
4. Assessment of the radiological impact of gamma and radon dose rates at former U mining sites in Tajikistan / E. Lespukh, P. Stegnar, M. Yunusov [et al.] // Journal of Environmental Radioactivity/ - 2013. – V. 126. - P. 147-155.

5. Назаров, Х.М. Оценка радоноопасности территории Дигмайского хвостохранилища / Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, К.А. Эрматов // XXI век. Техносферная безопасность. - 2017. - Т. 2. - № 3. – С. 44-48.
6. Оценка радоноопасности территории Северного Таджикистана / У.М. Мирсаидов, Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, С.М. Бахронов // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены». - Санкт-Петербург, 2018. – С. 204-206.

АРЗЁБИИ ХАТАРНОКИИ РАДОН ДАР ҲУДУДИ ТОҶИКИСТОН

***Х.М. Назаров, М.З. Ахмедов, Ш.А. Рахимбердиев, Т.Г. Хайров, К.А. Эрматов,
И. Мирсаидзода***

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, s.muminov@cbrn.tj*

Дар мақола мушкилоти мавҷудаи хатарнокии радон дар ҳудуди Тоҷикистони шимолӣ дар майдонҳои партовгоҳҳои радиоактивии собиқ истеҳсолоти уран муҳокима ва баррасӣ гардидааст. Ҳолати кунунии баъзе минтақаҳои аз радон хатарнок оварда шудааст.

Калидвожаҳо: маҳфузгоҳ, радон, мушкилиҳои радон, шуоъхӯрии аҳоли, мониторинги радиоэкологӣ, фәълнокии ҳаҷмии радон, доза.

ASSESSMENT OF RADON HAZARD OF THE TERRITORY OF TAJIKISTAN

***Kh.M. Nazarov, M.Z. Akhmedov, Sh.A. Rahimberdiev, T.G. Khayrov, K.A. Ermatov,
I. Mirsaidzoda***

*Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National
Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, s.muminov@cbrn.tj*

The article considers and discusses the existing problems of radon hazard in northern Tajikistan on the territories of former uranium production. The current state of some radon hazardous areas is given.

Key words: tailings, radon, radon problem, public exposure, radioecological monitoring, radon volumetric activity, dose.



РАДИОНУКЛИДЫ В ВОДЕ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

С.В. Муминов, Ш.Н. Ишратов, Ф.Г. Мухидинова, Ф.З. Шафиев, Ш. Муродов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, s.muminov@cbrn.tj*

Проведена оценка удельной суммарной альфа- и бета-активности природных радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения Хатлонской области, выявлены точки с превышениями гигиенических нормативов по данным показателям.

Ключевые слова: природные радионуклиды, питьевая вода, Хатлонская область.

Радиационная безопасность питьевой воды в Республике Таджикистан определяется по предельно допустимым уровням суммарной объёмной активности альфа- и бета-излучения (природного), приведённым в таблице 1. В случае превышения этих уровней следует провести изучение радионуклидного состава исследуемых проб воды относительно соответствия нормам радиационной безопасности [1].

Цель настоящей работы – провести оценку удельной суммарной альфа- и бета- активности природных радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения степных и нагорных районов Хатлонской области.

В процессе исследования отобрано 64 пробы воды из источников питьевого водоснабжения 9 районов Хатлонской области. Оценка удельной суммарной альфа- и бета-активности природных радионуклидов проведена на базе лаборатории технических услуг Агентства по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан. Измерение суммарной альфа- и бета-активности в воде проводили прибором УМФ-2000 производства Российской компании «Доза».

Таблица 1 - Предельно допустимые уровни суммарной объёмной активности природного альфа- и бета-излучения

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Нормативы, не более
1	Общая объёмная активность альфа-излучений	Бк/дм ³	≤ 0.1
2	Общая объёмная активность бета-излучений	Бк/дм ³	≤ 1.0

В Хатлонской области источниками водоснабжения служат горные речки и предгорные родники, а также используются подземные воды и скважины, в которых высокая вероятность содержания природных радионуклидов. Но поскольку подземные воды в области используются, как в горной, так и в степной

местности, то содержание в них радионуклидов может отличаться. Всего за период 2017-2018 гг. из 16 точек Хатлонской области (таблица 2) были отобраны 64 пробы воды, из которых 4 пробы, взятые из одной точки, не соответствовали гигиеническим нормативам (рисунок 1). Согласно Нормам радиационной безопасности Республики Таджикистан (НРБ-06) [1], в питьевой воде суммарная альфа-активность не должна превышать 0,1 Бк/кг, а суммарная бета-активность - 1,0 Бк/кг (таблица 1).

Таблица 2 - Точки отбора проб воды в районах Хатлонской области Республики Таджикистан

№	Точки отбора проб	Описание точки отбора
1	Восе	скважина
2	Кабодиён 3	подземная вода
3	Кабодиён 2	подземная вода
4	Кабодиён 1	подземная вода
5	Н. Хусрав	родник
6	Шаартуз 1	подземная вода
7	Шаартуз 2	подземная вода
8	Сари Хосор	Река
9	Темурмалик 2	Скважина
10	Темурмалик 1	Скважина
11	Фархор 1	Скважина
12	Фархор 2	Скважина
13	Хамадони 1	подземная вода
14	Хамадони 2	подземная вода
15	Ховалинг	Родник

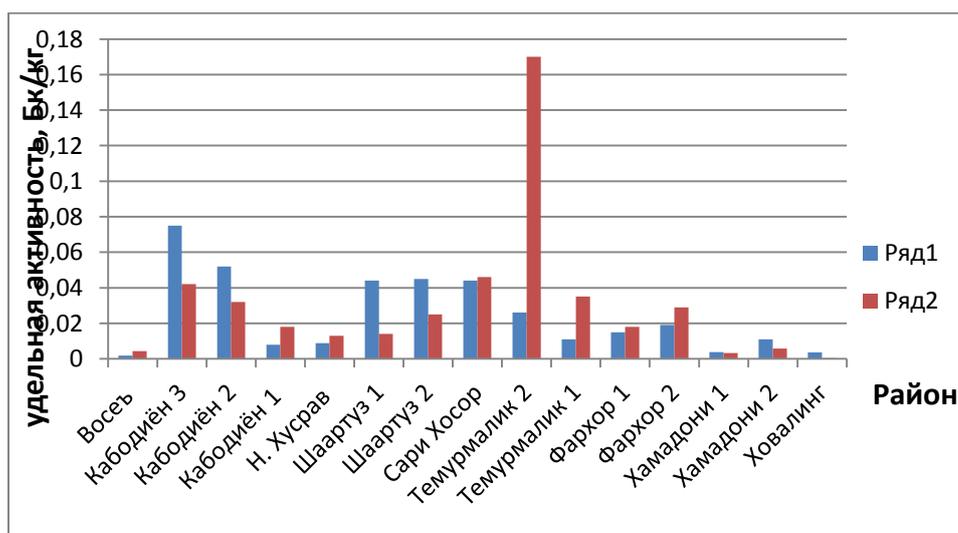


Рисунок 1 - Диаграмма удельной суммарной бета-активности (ряд 1) и альфа-активности (ряд 2) в пробах воды из источников водоснабжения Хатлонской области Республики Таджикистан.

В Хатлонской области наибольшие значения удельной суммарной альфа-активности радионуклидов в воде отмечались в районе Темурмалик – 0,17 Бк/кг, бета-активности радионуклидов воды – в Кабодиёнском районе – 0,05 Бк/кг. Превышения в этих случаях отмечались только по удельной альфа-активности воды. Предполагается, что повышение альфа-активности воды происходит за счёт природных радионуклидов, т.е. семейства урана-238 и тория-232. Превышений по удельной бета-активности вод не обнаружено.

Таким образом, основная дозовая нагрузка на население от воздействия радионуклидов обусловлена высоким значением удельной альфа-активности в воде, что требует дополнительных радиохимических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы радиационной безопасности Республики Таджикистан (НРБ-06). - Душанбе, Таджикистан, 2007.

РАДИОНУКЛИДҲО ДАР ОБИ МАНБАЪҲОИ ОБТАЪМИНКУНИИ ВИЛОЯТИ ХАТЛОНИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

С.В. Муминов, Ш.Н. Ишратов, Ф.Г. Мухидинова, Ф.З. Шафиев, Ш. Муродов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, s.muminov@cbrn.tj*

Арзёбии фаъолнокии хоси умумии алфа- ва бета- фаолноки радионуклидҳои табиӣ дар обҳои манбаъҳои оби ошомидании вилояти Хатлон гузаронида шуда, аз рӯи ин нишондодҳо нуқтаҳои аз меъёрҳои гигиенӣ зиёдбуда, муайян карда шуданд.

Калидвожаҳо: радионуклидҳои табиӣ, оби ошомиданиӣ, вилояти Хатлон.

RADIONUCLIDES IN THE WATER SOURCES OF KHATLON REGION OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

S.V. Muminov, Sh.N. Ishratov, F.G. Mukhidinova, F.Z. Shafiev, Sh. Murodov

*Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National
Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, s.muminov@cbrn.tj*

The assessment of the specific total alpha and beta activity of natural radionuclides in the water of drinking water supply sources in the Khatlon region was carried out, points with excesses of hygienic standards according to these indicators were identified.

Key words: natural radionuclides, drinking water, Khatlon region.

ВЫДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТХОДОВ УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА

Д.Т. Исозода, Ф.А. Назаров, Х.М. Назаров, Б.Б. Баротов, И. Мирсаидзода

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, f.nazarov@cbrn.tj*

Рассматривается выделение РЗМ из отходов урановой промышленности репульпацией и растворением в серной кислоте. Полученные сернокислые растворы сорбируют с целью выделения из них РЗМ. В качестве сорбента использовался микрогель из коринки подсолнечника. Извлечение РЗМ составляет 94-98%. Разработана технологическая схема выделения РЗМ из отходов урановой промышленности, согласно которой можно получить сульфаты и оксиды РЗМ с высокими выходами.

Ключевые слова: *выделение, отходы, урановая промышленность, РЗМ, сульфаты РЗМ, оксиды РЗМ, сорбция, корзинка подсолнечника.*

Одной из отличительных особенностей урановых отходов Таджикистана является малое содержание РЗМ (сотые доли процента) на фоне большого содержания соединений кремния, алюминия, железа, кальция.

В работе [1] показано гидрометаллургическое извлечение редких металлов из технологически упорного сырья. В данном способе измельчают матрицу упорного сырья и помещают в герметичный сосуд, содержащий раствор галогенных кислот, азотистую кислоту и комплексообразователи для редких металлов. Процесс ведут при определённой величине рН реакционной смеси с параллельной подачей кислорода, согласно условиям вскрытия матрицы сырья для максимального окисления и извлечения редких металлов из матрицы. Извлечение редких металлов из маточного раствора проводят известными способами.

В [2] концентрат РЗМ получен из фосфополугидрата, который обрабатывают водным раствором, содержащим фтор-ион. Проводят выщелачивание серной кислотой с вытеснением и отделением содержащего фтор-ион водного раствора, а также с переводом РЗМ и примесных компонентов в раствор выщелачивания и получением слоя фосфополугидрата, насыщенного осаждёнными РЗМ.

Существует также метод получения урана и суммы РЗМ при сернокислотном выщелачивании урановых руд [3]. В технологическом процессе продуктивные урансодержащие растворы очищают от железа, алюминия, кремния и фосфора с осаждением щелочи при рН 4,0-4,5. Далее при электрохимической активации маточного раствора осаждают уран. Осветлённый раствор предполагается направить на осаждение урана, алюминия и РЗМ при рН 8,5-9,5. Причём осадок в дальнейшем перерастворяется в серной кислоте. Путём термогидролиза раствор очищается от алюминия и кремния, а уран осаждается пероксидом водорода с дальнейшим получением закиси-оксида. Маточник

пероксидного осаждения урана направляется на оксалатное осаждение РЗМ с получением коллективного концентрата.

В настоящей работе изучено выделение РЗМ сернокислотным выщелачиванием из отходов урановой промышленности.

Хвостовой материал, содержащий РЗМ, подвергается репульпации и растворению в серной кислоте. Далее сернокислые растворы РЗМ подвергаются сорбции с использованием микрогеля на основе пектиновых полисахаридов, полученных из корзинки подсолнечника, с размерами частиц до 0,4 мм. После насыщения ионами РЗМ сорбент сжигают. Полученную золу растворяют в H_2SO_4 , затем из сернокислых растворов путём испарения получают сульфаты РЗМ.

Другим решением данной проблемы является десорбция РЗМ из насыщенного сорбента с концентрацией сульфата аммония 300-400 г/л. Из полученного десорбата путём осаждения получают оксиды РЗМ.

Процесс получения РЗМ заключается в следующем:

- сернокислый раствор, содержащий 0,025-0,030 г/дм³ по сумме РЗМ, направляется на сорбцию РЗМ со скоростью 5 об/час;

- сорбция проходит в течение 20-40 часов, что обеспечивает извлечение 94-98% РЗМ;

- в качестве сорбента применяют микрогель.

В типичном опыте хвостовой материал подвергается репульпации и растворяется в серной кислоте. Сернокислый раствор, содержащий 0,025-0,030 г/дм³ по сумме РЗМ, направляется на сорбцию РЗМ со скоростью 5 об/час. В качестве сорбента использовался микрогель, который эффективно сорбирует РЗМ. Процесс сорбции проходит в течение 20-40 часов, что обеспечивает извлечение 94-98% РЗМ.

После сорбции в течение 20-40 часов в динамическом режиме сорбент сжигают и полученную золу растворяют в H_2SO_4 , затем из сернокислых растворов путём испарения получают сульфаты РЗМ (рисунок 1).

Кроме того, по этой схеме можно получить оксиды РЗМ – в процессе выщелачивания и сорбции, а далее насыщенный редкоземельными металлами сорбент подвергается десорбции с концентрацией сульфата аммония 300-400 г/л. Из полученного десорбата путём осаждения получают оксиды РЗМ (рисунок 1).

Таким образом, из исходного сырья - отходов урановой промышленности с содержанием РЗМ до 0,3% получены РЗМ путём растворения в серной кислоте в течение 10-12 часов с последующей сорбцией РЗМ сорбентом (микрогелем) на основе пектиновых полисахаридов, полученных из корзинки подсолнечника, в течение 20-40 часов в динамическом режиме.

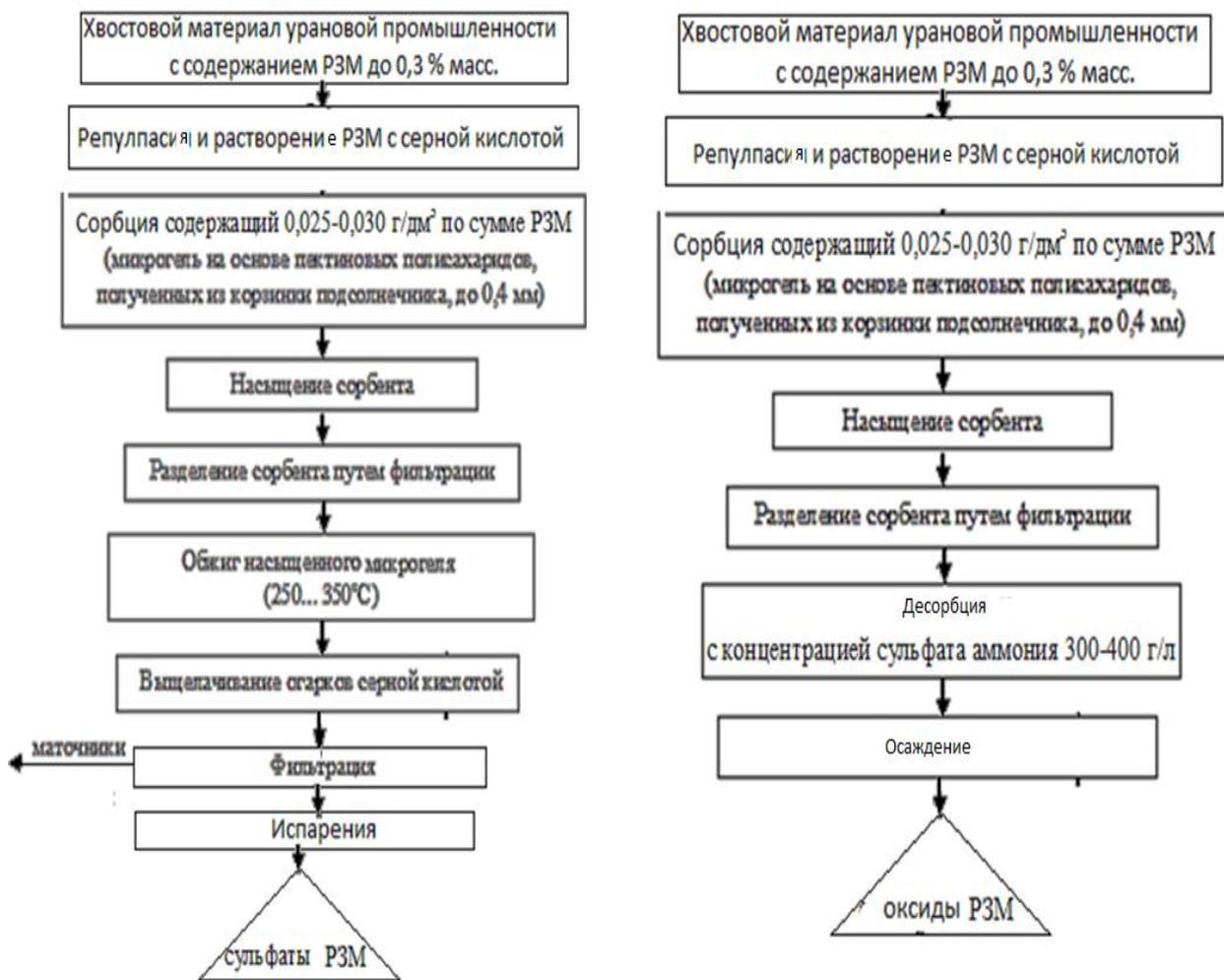


Рисунок 1 - Технологическая схема извлечения РЗМ из отходов урановой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. № 2114196 (РФ) / Г.Х. Клиблей, Е.Д. Ленина, О.В. Левина, А.Г. Фазылов: МПК: С22В3/04; опубл. 27.06.1998.
2. Пат. № 2507276 (РФ) / Э.П. Лешкин, О.А. Тареева; опубл. 20.02.2014.
3. Пат. № 29286 (Республика Казахстан) / С.А. Яшкин, М.П. Копбаева, С.Н. Ишмухамедов; опубл. 15.12.2014.

ЧУДО КАРДАНИ МЕТАЛҲОИ НОДИРЗАМИН АЗ ПАРТОВҲОИ САНОАТИ УРАНИИ ТОҶИКИСТОН

Д.Т. Исозода, Ф.А. Назаров, Х.М. Назаров, Б.Б. Баротов, И. Мирсаидзода

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, f.nazarov@cbrn.tj*

Чудо намудани МНЗ аз партовҳои саноати уран тавассути репульпация ва ҳалкунӣ дар кислотаи сулфат баррасӣ карда шудааст. Маҳлулҳои кислотаи сулфати ҳосилишуда бо мақсади чудо кардани МНЗ аз онҳо сорбсия карда шуданд. Ба сифати сорбент микрогели аз офтобпараст гирифташуда, истифода бурда шудааст. Истихроҷ намудани МНЗ 94-98% -ро таъкил медиҳад. Нақшаи технологияи аз партовҳои саноати уран чудо намудани МНЗ тартиб дода шудааст, ки мувофиқи он сулфатҳо ва оксидҳои МНЗ-ро бо ҳосили баланд ба даст овардан мумкин аст.

Калидвожаҳо: чудо намудан, партовҳо, саноати уран, МНЗ, сулфатҳои МНЗ, оксидҳои МНЗ, сорбсия, сабади офтобпараст.

RARE-EARTH METALS EXTRACTION FROM THE URANIUM INDUSTRY WASTES OF TAJIKISTAN

D.T. Isozoda, F.A. Nazarov, Kh.M. Nazarov, B.B. Barotov, I. Mirsaidzoda

Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, f.nazarov@cbrn.tj

The rare earth metals extraction from uranium industry wastes by repulping and dissolution in sulfuric acid has been considered. The obtained sulfuric acid solutions are sorbed in order to extract the rare earth metals from them. Sunflower currant microgel was used as a sorbent. Extraction of rare earth metals is 94-98%. A technological scheme for rare earth metals extraction from uranium industry waste has been developed, according to which rare earth metals sulfates and oxides can be obtained with high yields.

Key words: *extraction, waste, uranium industry, rare earth metals, rare earth metals sulfates, rare earth metals oxides, sorption, sunflower basket.*



ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

Ш.Г. Шосафарова, Е.Ю. Малышева, М.А. Зоитова

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, sh.shosafarova@cbrn.tj

Приводится определение дозиметрического контроля, важной части единой системы обеспечения радиационной безопасности. Показано, что дозиметрический контроль направлен на персонал, входящий в группу «А» и отдельных работников персонала группы «Б». Определены цели дозиметрического контроля, а также показано строение и действие термомюлюминесцентных дозиметров.

Ключевые слова: дозиметрический контроль, внешнее обучение, люминесцентный дозиметр, доза облучения, персонал.

Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) внешнего облучения является неотъемлемой частью радиационной безопасности в целом. Данный контроль имеет цель охраны здоровья человека от воздействия ионизирующих излучений. В соответствии с международными стандартами, в национальных нормах радиационной безопасности изложены цели и задачи по обеспечению радиационной безопасности персонала, работающего с техногенными источниками излучения (в контролируемых условиях), а также в случае возникновения радиационных аварийных ситуаций (при выходе источника излучения из-под контроля) [1, 2].

ИДК - индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения направлен в основном на контроль только ограниченного количества работников – это персонал, входящий в группу «А» и отдельные работники персонала группы «Б» только в тех случаях, когда по результатам их ИДК внешнего облучения превышаются величины уровней согласно индивидуальному контролю УВК, целью которого является достоверное определение доз облучения персонала для установления соответствия условий труда требованиям норм и правил и подтверждения того, что радиационная безопасность персонала обеспечена должным образом, а техногенный источник излучения находится под контролем [3].

Основной целью проведения ИДК является получение информации о дозах облучения персонала за определенный период времени.

Кроме того, ИДК проводится для всех работников, которые работают с ИИИ, а также в случае запланированных повышенных уровней облучения и при определении дозовых нагрузок в случае радиационных аварий [4].

Дозиметры для определения индивидуальных доз облучения при ИДК внешнего облучения каждый работник прикрепляет на карман одежды с внешней стороны, или с внешней стороны одежды в области предполагаемого облучения и определения на данный орган величины эквивалентной дозы. Если необходимо определить для работника величину эффективной дозы, то индивидуальный дозиметр закрепляют на спецодежде с наружной стороны на нагрудный карман.

По результатам проведения индивидуального дозиметрического контроля внешнего облучения для каждого работника рассчитываются величины индивидуальной годовой эквивалентной и индивидуальной годовой эффективной дозы.

В ИДК внешнего облучения операционной величиной является значение эквивалента индивидуальной дозы - $H_p(d)$, данная величина измеряется в единицах измерения – мЗв (миллизиверт). Параметр d определяется в мм, кроме того, учитывается расположение дозиметра на определённом участке тела, что соответствует определению, какой эквивалент используется для определённой нормируемой величины. В индивидуальном дозиметрическом контроле

операционные и нормируемые величины находятся в строгом соответствии между собой, данное соответствие приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие между нормируемыми и операционными величинами при ИДК внешнего облучения

Нормируемая величина	Операционная величина: Эквивалент индивидуальной дозы		
	Положение индивидуального дозиметра	d , мм	Условное обозначение
Эквивалентная доза внешнего облучения кожи	Непосредственно на поверхности наиболее облучаемого участка кожи	0,07	$H_P(0,07)$
Эквивалентная доза внешнего облучения хрусталика глаза	На лицевой части головы	3	$H_P(3)$
Эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота женщины	На соответствующем месте поверх спецодежды	10	$H_P(10)$
Эффективная доза внешнего облучения	На нагрудном кармане спецодежды либо внутри него	10	$H_P(10)$

Основными конструктивными элементами измерительных приборов являются следующие: поглотитель, изготовленный из тканеэквивалентных материалов с толщиной $d_{\text{П}}$ (в мм, плотность = 1 г/см²) и детектор из материалов со свойствами, близкими к тканеэквивалентным, толщиной $d_{\text{Д}}$ (в мм, плотность = 1 г/см²). В таблице 2.2 приводятся стандартные величины $d_{\text{П}}$ и $d_{\text{Д}}$ для различных операционных значений.

Таблица 2 – Соотношение между параметрами конструкции средств измерения и соответствующими величинами, определяемыми при ИДК внешнего облучения

Определяемая величина	Вид излучения	Параметры конструкции дозиметра	
		толщина поглотителя, $d_{\text{П}}$, мм	Толщина детектора, $d_{\text{Д}}$, мм
$H_P(10)$	фотоны, нейтроны	10	1÷5
$H_P(0,07)$	фотоны, нейтроны, электроны	0,05	0,05
$H_P(3)$	фотоны, электроны	3	0,5÷0,8

Результаты, полученные при выполнении индивидуального дозиметрического контроля, вносятся в индивидуальные карточки каждого работника, работающего с ИИИ, срок хранения таких карточек составляет не менее 50 лет.

В настоящее время при проведении ИДК внешнего облучения широко используются термолюминесцентные дозиметры, в связи с тем, что для них характерна высокая точность измерений, при их эксплуатации не требуется дополнительных средств измерений, а также химических реактивов. Термолюминесцентные дозиметры можно использовать множество раз, после вычисления дозы они обжигаются и снова становятся чистыми для повторного использования.

Термолюминесцентный дозиметр (ТЛД) – это современный прибор для измерения радиоактивного излучения. Кроме того, он с высокой точностью регистрирует потоки тепловых нейтронов и рентгеновское излучение, в связи с чем нашёл применение на многих объектах, использующих ИИИ, а также в атомной промышленности для определения радиационного фона.

Действие термолюминесцентных дозиметров основано на способности веществ к люминесценции (или «холодному свечению»), когда вещество при воздействии на него различных внешних факторов - при нагреве, в результате химических реакций, воздействии внешнего излучения и др., способно после поглощения определённого количества энергии к самостоятельному излучению нетеплового свечения. Основной особенностью люминесценции является способность проявляться при значительно более низких температурах, чем проявляется излучение тепловое.

Люминесценции бывает нескольких видов, в частности, один из её видов – это термолюминесценция. Принцип термолюминесценции основан на том, что исследуемый материал начинает светиться при его нагреве. Имеется большой перечень термолюминесцентных материалов, однако для производства термолюминесцентных дозиметров (ТЛД) в основном используют литий и кальций.

Литий в качестве основы термолюминесцентного дозиметра выбран потому, что ему присуща хорошая тканеэквивалентность, а кальций обладает высокой чувствительностью, что является необходимым условием для определения радиационного состояния окружающей природной среды.

Способы регистрации ионизирующих излучений при помощи термолюминесцентных (ТЛ) материалов на основе термолюминесцентных веществ основаны на способности электронов в этих материалах поглощать энергию при падающем излучении, переходить в запрещённые зоны и находиться в них до тех пор до нагревания этих материалов, пока в виде света их энергия не сможет высвободиться. Далее этот свет преобразуется в электрические сигналы, величины которых пропорциональны величинам накопленных доз.

Термолюминесцентные материалы представлены широким спектром. Для индивидуальной дозиметрии наиболее предпочтительными являются термолюминесцентные дозиметры (ТЛД) на основе лития, так как литий имеет высокую тканеэквивалентность. Для мониторинга окружающей природной среды более полезны термолюминесцентные дозиметры на основе кальция, так как кальций обладает высокой чувствительностью. Кроме того, в составе термолюминесцентных дозиметров широко используют такие материалы, как:

- для мониторинга окружающей природной среды - сульфат кальция, активированный диспрозием ($\text{CaSO}_4:\text{Dy}$) и фтористый кальций, активированный диспрозием ($\text{CaF}_2:\text{Dy}$);

- для дозиметрического контроля высоких доз облучения - борат лития, активированный марганцем ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn}$);

- для проведения индивидуального дозиметрического контроля - фтористый литий, активированный марганцем ($\text{LiF}:\text{Mn}$).

По рекомендациям МАГАТЭ, изложенным в «Основных нормах безопасности», индивидуальный мониторинг работников необходимо проводить в контролируемых зонах, в случае необходимости, контроль ИДК должен быть выполнимым и адекватным. Если эти требования невозможно соблюдать по каким-либо объективным причинам, то дозы облучения работников должны оцениваться по результатам мониторинга окружающей среды, учитывая время их облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sources and effects of ionizing radiation. United nations scientific committee on the effects of atomic radiation. UNSCEAR. 2000. Report to the General assembly. Vol.I. UN. - New York, 2000. - 654 p.
2. Кириллов, В.Ф. Гигиена труда медицинского персонала при работе с источниками ионизирующих излучений / В.Ф. Кириллов, И.П. Кореньков. – М.: Медицина, 1986. - 183 с.
3. Щубик, В.М. Мирный атом: польза – вред / Жизнь с радиацией: кн. 1 / В.М. Щубик. – СПб.: НИИ РГ, 2011. - 212 с.
4. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций: Методические указания МУ 2.6.1.3015-12 / А.Н. Барковский, В.Ю. Голиков, Г.Н. Кайдановский [и др.]. – М., 2012.

НАЗОРАТИ ДОЗИМЕТРИИ ИНФИРОДИИ ШУОЪХҶРИИ БЕРУНА

Ш.Г. Шосафарова, Е.Ю. Малышева, М.А. Зоитова

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, sh.shosafarova@cbrn.tj*

Мафҳуми назорати дозиметрӣ, ки қисми муҳими системаи ягонаи таъмини беҳатарии радиатсионӣ мебошад, оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки назорати дозиметрӣ ба кормандоне, ки ба гурӯҳи «А» ва ба коргарони алоҳидаи кормандони гурӯҳи «Б» шомиланд, нигаронида шудааст. Мақсадҳои назорати дозиметрӣ муайян гардида, инчунин сохт ва тарзи кори дозиметрҳои термомлюминестсионӣ нишон дода шудааст.

Калидвожаҳо: назорати дозиметрӣ, шуоъхӯрии беруна, дозиметри люминестентӣ, дозаи шуоъхӯрӣ, кормандон.

INDIVIDUAL DOSIMETRIC CONTROL OF EXTERNAL EXPOSURE

Sh.G. Shosafarova, E.Yu. Malysheva, M.A. Zoitova

Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, sh.shosafarova@cbrn.tj

The definition of dosimetric monitoring, an important part of a unified system for ensuring radiation safety, is given. It is shown that dosimetric control is aimed at the personnel belonging to the group "A" and distinct employees of group "B" personnel. The goals of dosimetric control are determined, and the structure and operation of thermoluminescent dosimeters are shown.

Key words: *dosimetric control, external exposure, luminescent dosimeter, radiation dose, personnel.*



ПОЛУЧЕНИЕ U_3O_8 – ПЕРВИЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА ИЗ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ВОД ТАДЖИКИСТАНА

*Ш.А. Рахимбердиев, Ш.Н. Ишратов, Ш. Муродов, Х.М. Назаров,
У.М. Мирсаидов*

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, sh.ishratov@cbrn.tj

Дана оценка возможности извлечения урана из шахтных вод месторождения Киик-Тал Таджикистана с содержанием урана 20-25 мг/л. В качестве сорбента использована смесь доступных местных сырьевых материалов - скорлупы грецкого ореха, шишек сосны и арчи в соотношениях 1:1:1. Приводится разработанная технологическая схема переработки шахтных вод Киик-Тала с выходом ценного продукта U_3O_8 в пределах 91-97%.

Ключевые слова: *уран, шахтные воды, сорбция, сорбенты, технологическая схема, извлечение, закись-окись урана.*

В последние годы внимание многих исследователей направлено на обеззараживание местностей, в которых проводилась добыча радиоактивных веществ. На сегодняшний день радиоактивные отходы не нашли своего применения, но их можно вторично перерабатывать с целью добычи урана и утилизации отходов.

Кроме того, представляет интерес выделение урана из шахтных и технических вод месторождения Киик-Тал и п. Табашар (Республика Таджикистан). Шахтные воды Киик-Тала содержат 20-25 мг/л урана и безвозвратно

дренируются в землю, загрязняя почву. При эффективной технологии сорбции урана из этих вод можно получить 1-2 тонны/год закиси-оксида урана.

Это обстоятельство актуализирует проблему гармонизации программы мониторинга окружающей среды, а также необходимость разработки эффективной технологии переработки отходов и технических вод, содержащих уран.

В настоящей работе изучена возможность извлечения урана из шахтных вод Киик-Тала методом сорбции с применением скорлупы грецкого ореха, шишек сосны и арчи. Установлена температурная и временная зависимость степени извлечения урана. Определён размер частиц смешанного сорбента, который имеет максимальную ёмкость при хороших кинетических показателях сорбции и регенерации урана.

Ранее в работах [1-3] была изучена возможность извлечения урана из шахтных вод месторождения Киик-Тал, где содержание урана в водах было 20-25 мг/л (2005 г.). С течением времени объёмы шахтных вод уменьшились и видна необходимость изучить сорбцию шахтных вод новым сорбентом на основе местных сырьевых материалов: скорлупы грецкого ореха, шишек сосны и арчи в соотношениях 1:1:1.

Характеристика шахтных вод месторождения Киик-Тал в 2020 г. приведена в таблице 1.

Таблица 1 – содержание основных загрязняющих компонентов

Объекты	Минерализация, г/л	Сульфаты, мг/л	Хлориды, мг/л	Нитраты, мг/л	Уран, мг/л	рН
Природные воды	0.7	250	110	30	0.5-0.9	7.0-7.2
Шахтные воды	1.5	725	165	60	1520	7.0-7.1
ПДК	-	500	350	45	1.8	7.0

Необходимое количество сорбента (2100 г) помещали в сорбционную колонку и через неё постоянно пропускали определённый объём подкисленной серной кислотой раствор ($V=1$ л/мин) шахтной воды, содержащей уран.

После протекания процесса сорбции, который контролировался содержанием урана в жидкости до 1-3 мг/л, шахтная вода переводилась в другие ёмкости, а насыщенная урановым раствором скорлупа обжигалась до полного выгорания при температуре 200-300°C в печах. Урансодержащие огарки выщелачивали серной кислотой с добавлением окислителей (азотной кислоты и трёхвалентного железа). После выщелачивания массу фильтровали, получая фильтрат сульфата урана. Далее уран из раствора осаждали аммиачной водой, получали закись-окись урана, высушивали при температуре 100-150° в вакууме. Выход продукта 91-97%. Содержание основного вещества 91-97%.

Таким образом, предлагаемый способ переработки шахтных вод Киик-Тала позволяет использовать смесь доступных местных сырьевых материалов и выделять ценный продукт U_3O_8 и, тем самым, предотвратить загрязнение водного бассейна радионуклидами.

Принципиальная технологическая схема извлечения урана из шахтных и дренажных вод представлена на рисунке 1.

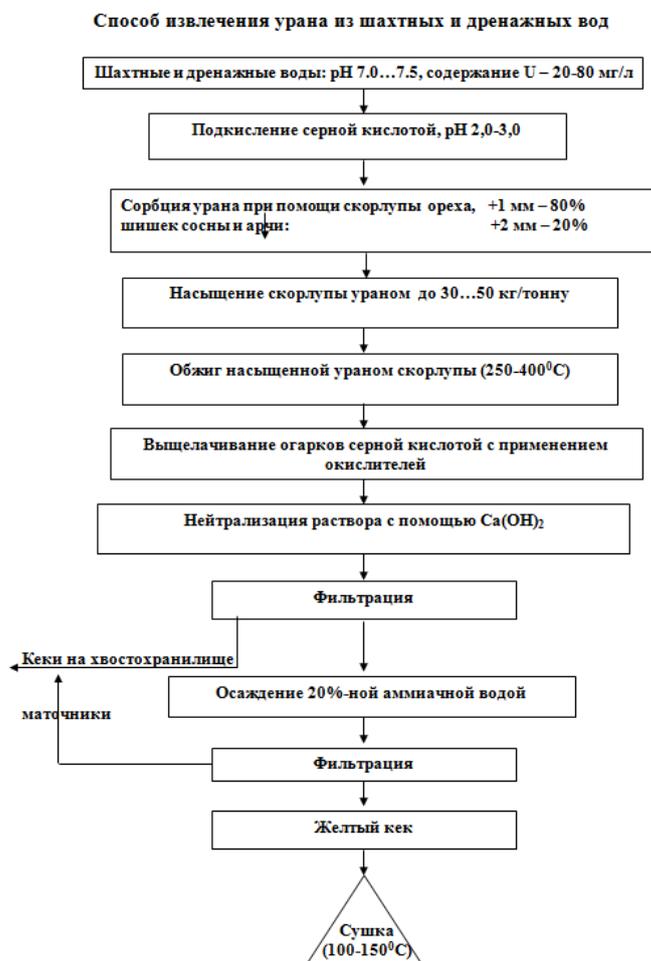


Рисунок 1 - Принципиальная технологическая схема извлечения урана из шахтных и дренажных вод.

Таким образом, в качестве сорбента используют смесь, измельчённую до размеров 1.0-2.0 мм из скорлупы грецкого ореха, шишек сосны и арчи в соотношении 1:1:1, при общем весе 2100 г, по 700 г каждого и получают 90-97% ценного продукта U_3O_8 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакимов, Н. О возможности извлечения урана из шахтных вод месторождения Киик-Тал Таджикистана / Н. Хакимов, Х.М. Назаров, И.У. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2005. – Т.48. – №9-10. – С.100-104.
2. Хакимов, Н. Экологические проблемы извлечения урана из шахтных вод

месторождения Киик-Тал Таджикистана / Н. Хакимов, Х.М. Назаров, И.У. Мирсаидов // Материалы Сахаровских чтений: «Экологические проблемы 21 века». – Минск, 2007. – С.169.

3. Хакимов, Н. Экологические проблемы переработки отходов урановой промышленности Таджикистана / Н. Хакимов, Х.М. Назаров, И.У. Мирсаидов // Материалы Сахаровских чтений: «Экологические проблемы 21 века». – Минск, 2007. – С.168.

ҲОСИЛ НАМУДАНИ U_3O_8 – МАВОДИ АВВАЛИЯ БАРОИ СИКЛИ СЌЗИШВОРИИ ЯДРОИ АЗ ОБҲОИ УРАНДОРИ ТОҶИКИСТОН

***Ш.А. Раҳимбердиев, Ш.Н. Ишратов, Ш. Муродов, Х.М. Назаров,
У.М. Мирсаидов***

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, sh.ishratov@cbrn.tj*

Имконияти истихроҷи уран аз обҳои кони Киик-Толи Тоҷикистон бо миқдори 20-25 мг/л уран арзёбӣ карда шудааст. Ба сифати сорбент омехтаи ашьёи хоми маҳаллии дастрас - пӯсти чормағз, ҷалғӯзаи санавбар ва арча дар таносуби 1:1:1 истифода бурда шудаанд. Нақшаи технологияи коркарди обҳои кони Киик-Тол бо ҳосилнокии маҳсулоти пурарзиши U_3O_8 дар ҳудуди 91-97% пешниҳод гардидааст.

Калидвожаҳо: уран, обҳои конӣ, сорбсия, сорбентҳо, нақшаи технологӣ, истихроҷ, оксиди уран.

OBTAINING OF U_3O_8 – THE PRIMARY MATERIAL FOR NUCLEAR FUEL CYCLE FROM URANIUM-COMPRISING WATERS OF TAJIKISTAN

Sh.A. Rahimberdiev, Sh.N. Ishratov, Sh. Murodov, Kh.M. Nazarov, U.M. Mirsaidov

Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, sh.ishratov@cbrn.tj

An assessment of possibility of uranium extraction from the mine waters of Kiik-Tal deposit of Tajikistan with uranium content of 20-25 mg/l. has been made. As a sorbent, a mixture of available local raw materials - walnut shells, pine cones and juniper in the ratio 1:1:1 has been used. The developed technological scheme for the processing of Kiik-Taal mine waters with the yield of valuable product of U_3O_8 in the range of 91-97% is presented.

Key words: uranium, mine water, sorption, sorbents, technological scheme, extraction, uranium oxide.

ЦЕЗИЙ-137 В ПОЧВАХ ГОРОДА ДУШАНБЕ

С.В. Муминов, Е.Ю. Малышева, М.З. Ахмедов, Ш.Р. Муродов, И. Мирсаидзода

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, s.muminov@cbrn.tj*

Изучена миграция цезия-137 в почвах города Душанбе. Были исследованы 20 образцов почв, отобранных с каждой 5 см слоя почвы последовательно до глубины 25 см от поверхности почвы на площади 25х25 см, так как почти все корни растительности находятся на глубине до 25 см от поверхностного слоя почвы.

Ключевые слова: цезий, вертикальная миграция, почва, активность.

Одним из распространенных техногенных радионуклидов, который находят повсеместно в почвах, в донных отложениях рек, озер и морей, в выпадениях атмосферных осадков является цезий-137 [1].

Ранее, в работах [2, 3] было изучено содержание цезия-137 в образцах почв и пыльной мгле Таджикистана, где показано наличие цезия-137 в разных пределах.

Цель данного исследований состояла в изучении вертикального распределения цезия-137 в почвенных профилях города Душанбе.

Современные методы определения цезия-137 основаны, как правило, на регистрации гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ (рисунок 1). Они подразделяются на инструментальные, нижний предел определения которых составляет 0,1-1,0 Бк/кг.

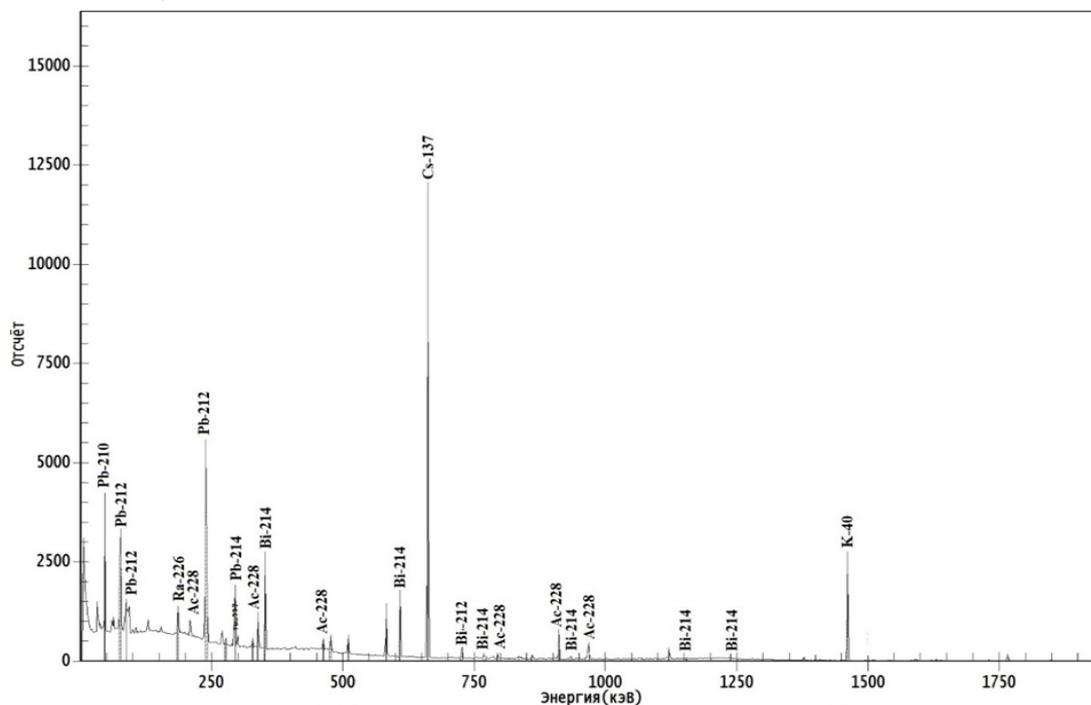


Рисунок 1 - Пример спектра гамма-излучения в пробах почв [3].

Накопление радионуклида в слоях почв зависит от его распределения и ее агрохимических показателей, также от типа почв. Для изучения параметров миграции цезия-137 в почвах проводили сопряженный метод отбора проб почв. Были отобраны 20 проб с каждых 5 см слоя почвы последовательно до глубины 25 см площадью 25x25 см, так как почти все корни растительности находятся на глубине до 25 см от поверхностного слоя почвы.

Измерение и анализ проб почв проведен в Лаборатории технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана. Спектры измеренных проб почв были сняты с помощью гамма-спектрометра на основе сверхчистого германия фирмы Canberra. Программным обеспечением спектрометра является программа Genie-2000. Время измерения на гамма-спектрометре составляет 10-15 часов. Для измерения проб использовалось сосуд Маринелли объемом 1 л.

Результаты данного исследования приводятся на рисунке 2.

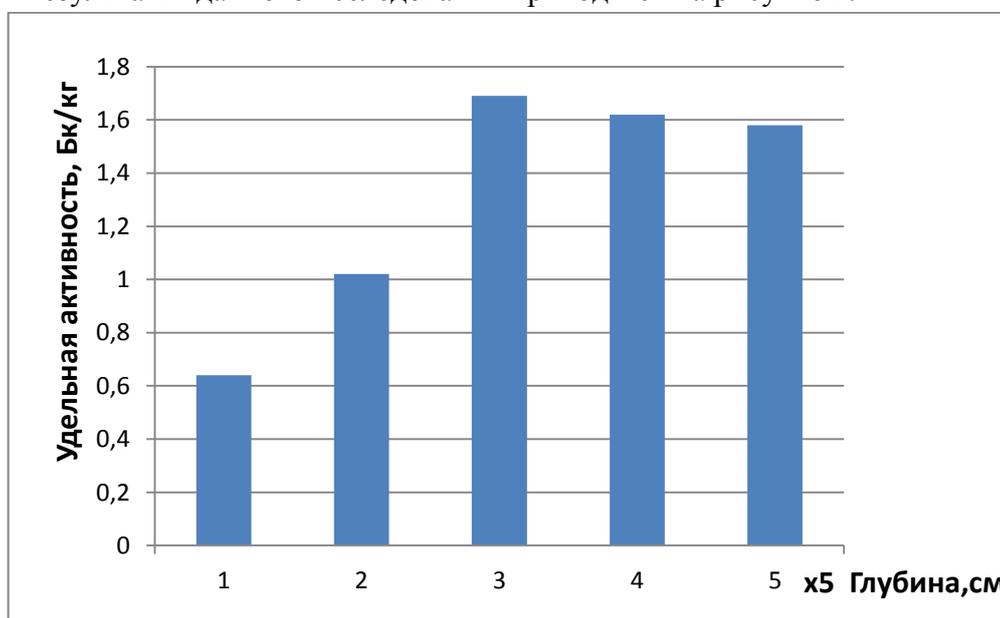


Рисунок 2 - Диаграмма вертикального распределения цезия-137 в почвах города Душанбе.

Из диаграммы следует, что до глубины 15 см миграция изотопа цезия-137 линейно увеличивается и на глубине 20 см наоборот уменьшается. По литературным данным, миграция цезия-137 в почвах зависит от присутствия в них калия и фосфора, а также от типов почв. В песчаные почвы процесс миграции цезия-137 относительно глубины проходит быстрее. Ещё одной из причин вертикальной миграции цезия-137 является эрозия почвы.

В результате измерения гамма-спектрометром и анализа данных можно сказать, что удельная активность изотопа цезия-137 в каждом 5 см почвенного слоя отличается, то есть концентрация цезия-137 различна, хотя величина концентрации изотопа цезия-137 мала. Неравномерное распределение цезия-137 зависит от многих факторов и параметров почвы. Данным методом можно изучить миграцию (переход) радионуклидов в растительность и другие среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожников, Ю.А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика / Ю.А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 286 с.
2. Кодырова, Х.И. / Анализ почв и атмосферного пылевого аэрозоля Таджикистана / Х.И. Кодырова, Б.И. Назаров, С.Ф. Абдуллоев // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2015. - Т. 58. - № 9. – С. 819-826.
3. Содержание цезия-137 в почвенном покрове Центрального и Южного Таджикистана / С.В. Муминов, Б.Б. Баротов, У.М. Мирсаидов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2021. - Т. 14. - № 2. – С. 66-71.
4. Сельскохозяйственная радиоэкология / Р.М. Алексахин, А.В. Васильев, В.Г. Дикарев [и др.] / Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. - М.: Экология, 1992. - 400 с.

ЦЕЗИЙ-137 ДАР ХОҚҲОИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

С.В. Муминов, Е.Ю. Малышева, М.З. Ахмедов, Ш.Р. Муродов, И. Мирсаидзода

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиационӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, s.muminov@cbrn.tj*

Кӯчиши цезий-137 дар хокҳои шаҳри Душанбе омӯхта шудааст. 20 намунаи хок санҷида шуд, ки аз ҳар 5 см қабати хок пай дар пай то чуқуриши 25 см аз сатҳи болои хок дар майдони 25x25 см гирифта шуданд, чунки қариб ҳамаи решаи растаниҳо дар чуқуриши то 25 см аз сатҳи болои хок ҷойгир мебошанд.

Калидвожаҳо: *цезий, кӯчиши амудӣ, хок, фаъолнокӣ.*

CESIUM-137 IN SOILS OF DUSHANBE CITY

S.V. Muminov, E.Yu. Malysheva, M.Z. Akhmedov, Sh.R. Murodov, I. Mirsaidzoda

*Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan,
s.muminov@cbrn.tj*

The migration of cesium-137 in the soils of Dushanbe city has been studied in the present article. 20 soil samples were studied, taken from every 5 cm soil layer successively to a depth of 25 cm from the soil surface on an area of 25x25 cm, since almost all vegetation roots are located at a depth of up to 25 cm from the surface of soil layer.

Key words: *cesium, vertical migration, soil, activity.*



РАДИАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНЫХ СКЛОНОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА

*Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Е.Ю. Малышева, К.А. Эрматов, Ф.З. Шафиев,
И. Мирсаидзода*

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, holmurod18@mail.ru*

Приводятся результаты радиационного мониторинга на территории северных склонов Туркестанского хребта. Показано, что значения суммарной удельной активности почвы, составляет меньше 1 Бк/г. Удельная активность почвы, отобранной на участках улицы Оби Зулло равна – 0,82 Бк/г, а водосточной канавы села Фирдавси Шахристанского района – 0,78 Бк/г. Наблюдается аномальная удельная активность в пробах под номерами 3-6. Это связано с активностью актиния-227.

***Ключевые слова:** радиационный фон, почва, проба, анализ, радионуклид, активность, мощность амбиентной дозы.*

Несмотря на то, что территории северных склонов Туркестанского хребта не имеют промышленных объектов радиационного характера, но расположение населенных пунктов на подветренной стороне к северным ветрам делает их уязвимыми в этом отношении, так как есть вероятность привнесения радионуклидов из других регионов. Радиационный фон постоянно присутствует в естественной среде Земли, которая образуется от естественных и искусственных источников [1].

Целью данной работы является изучение радиационной ситуации территорий северных склонов Туркестанского хребта

Отбор проб, пробоподготовка осуществлялись по стандартизованным методикам [2].

Радиационный мониторинг проведён разделением исследуемого участка на несколько частей с использованием комплекта PackEye FHT1377 («Thermo Scientific», Германия) [3], ДКС-АТ1123 («Атомтех», Беларусь).

Измерения удельной активности проб почв проводились на гамма-спектрометре («Canberra Industries, Inc.», США) с детектором из высокочистого германия с программным обеспечением «Genie-2000».

Результаты спектрометрического анализа приводятся в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что суммарная активность пробы почв, отобранных из данных участков варьируется от 0,82 Бк/г (820 Бк/кг) до 6,68 Бк/г (6680 Бк/кг). Активность изотопа калия ⁴⁰К в пробах, отобранных из данных участков варьируется от 0,521 Бк/г (521 Бк/кг) до 0,765 Бк/г (765 Бк/кг), что не сильно меняется от координат места отбора проб.

Сравнения вклада радионуклидов в суммарную активность отобранных проб почв на улице Оби Зулло Шахристанского района показало, что активность

радионуклида ^{40}K составляет около 70% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 0,824 Бк/г (824 Бк/кг). Активность ^{40}K составляет 0,569 Бк/г (569 Бк/кг). Активность ^{226}Ra составляет 0,074 Бк/г (74 Бк/кг). Это, связано с использованием минеральных удобрений со стороны землепользователей.

Таблица 1 - Результаты спектрометрического анализа отобранных проб (удельная активность радионуклидов, Бк/г)

Радио-нуклиды	Улица Оби Зуллол, Шахристан	Село Фирдавси, Шахристан	Село Навкент, Шахристан	Село Октанги, Шахристан	Село Сурхи, Истаравшан	Село Лакат, Истаравшан
^{40}K	5,69E-01	5,35E-01	5,60E-01	7,65E-01	5,21E-01	5,24E-01
^{137}Cs	не обн.	8,26E-04	5,22E-03	3,63E-03	2,98E-03	1,64E-03
^{210}Pb	не обн.	1,62E-02	3,24E-02	3,43E-02	2,86E-02	2,92E-02
^{211}Bi	не обн.	не обн.	1,96E-02	не обн.	не обн.	не обн.
^{212}Bi	2,26E-02	2,25E-02	2,50E-02	2,76E-02	2,22E-02	2,17E-02
^{212}Pb	3,07E-02	2,80E-02	3,43E-02	3,84E-02	3,17E-02	3,13E-02
^{214}Bi	3,29E-02	2,86E-02	3,19E-02	3,68E-02	3,40E-02	3,22E-02
^{214}Pb	3,10E-02	2,83E-02	2,89E-02	3,41E-02	3,12E-02	2,99E-02
^{226}Ra	7,37E-02	6,48E-02	4,49E-02	4,86E-02	не обн.	не обн.
^{227}Ac	не обн.	не обн.	3,74E+00	5,52E+00	2,83E+00	3,41E+00
^{228}Ac	3,74E-02	3,50E-02	3,62E-02	4,34E-02	3,62E-02	3,49E-02
^{228}Th	не обн.	не обн.	8,89E-02	9,61E-02	не обн.	9,38E-02
$^{234}\text{Pa-M}$	не обн.	не обн.	1,38E-02	не обн.	1,75E-02	не обн.
^{235}U	не обн.	не обн.	1,37E-03	2,09E-03	4,68E-03	4,23E-03
$^{238}\text{U+dau}$	2,65E-02	2,31E-02	2,12E-02	3,06E-02	2,40E-02	2,11E-02
Суммарная удельная активность, Бк/г	0,82	0,78	4,69	6,68	3,59	4,24

Активность ^{40}K в почве, отобранной из водосточной канавы на территории села Фирдавси Шахристанского района составляет около 68%. Суммарная активность почв от измеренных радионуклидов 0,783 Бк/г (783 Бк/кг). Удельная активность изотопа ^{40}K составляет 0,535 Бк/г (535 Бк/кг), а значение удельной активности изотопа ^{226}Ra равно 0,065 Бк/г (65 Бк/кг). Это, видимо, связано со стоком поливных вод в водосточную канаву.

Удельная активность радионуклида ^{40}K в почве, отобранной на территории села Навкент Шахристанского района составляет около 10% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 4,69 Бк/г (4690 Бк/кг). Активность ^{40}K составляет 0,56 Бк/г (560 Бк/кг). Активность ^{226}Ra составляет 0,045 Бк/г (45 Бк/кг). Это также связано с землепользованием. Активность радионуклида ^{227}Ac составляет около 80% от общей активности в

образце почвы. Из-за низкого содержания материнского вещества - ^{235}U , удельная активность ^{235}U составляет 0,001 Бк/г (1 Бк/кг). По аномальному содержанию ^{227}Ac можно сделать вывод, что актиний-227 накапливается по причине миграционной способности данного радионуклида или материнского радионуклида ^{235}U в участке отобранной пробы почвы.

Анализ суммарной удельной активности радионуклидов в почве, отобранной на территории села Сурхи г. Истаравшан показал, что удельная активность радионуклида ^{40}K составляет около 14,5% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 3,586 Бк/г (3586 Бк/кг). Активность ^{40}K составляет 0,521 Бк/г (521 Бк/кг). Также на графике (рис.1) видно, активность радионуклида ^{227}Ac составляет около 79% от общей активности в образце почвы и равна 2,83Бк/г (283 Бк/кг).

Произведён анализ суммарной удельной активности радионуклидов в почве, отобранной на территории села Лакат г. Истаравшан и выявлено, что удельная активность радионуклида ^{40}K составляет около 12,4% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 4,235 Бк/г (4235 Бк/кг). Активность ^{40}K составляет 0,524 Бк/г (524 Бк/кг). Активность радионуклида ^{227}Ac составляет около 80% от общей активности в образце почвы и равна 3,41 Бк/г (3410 Бк/кг).

Сравнительный анализ удельных активностей почвы, отобранных из разных участков (рисунок 1) свидетельствует о том, что удельная активность в пробах, отобранных из участков улицы Оби Зулло, водосточной канавы села Фирдавси Шахристанского района имеет значения меньше 1 Бк/кг (0,82 Бк/кг и 0,78 Бк/кг, соответственно). Аномальная активность наблюдается в пробах, под номерами 3, 4, 5, 6 за счёт активностей изотопа ^{227}Ac . Содержание изотопа ^{227}Ac в пробах, под номерами 3, 4, 5, 6 составляет 3,74 Бк/г, 5,52 Бк/г, 2,83 Бк/г, 3,41 Бк/г, соответственно.

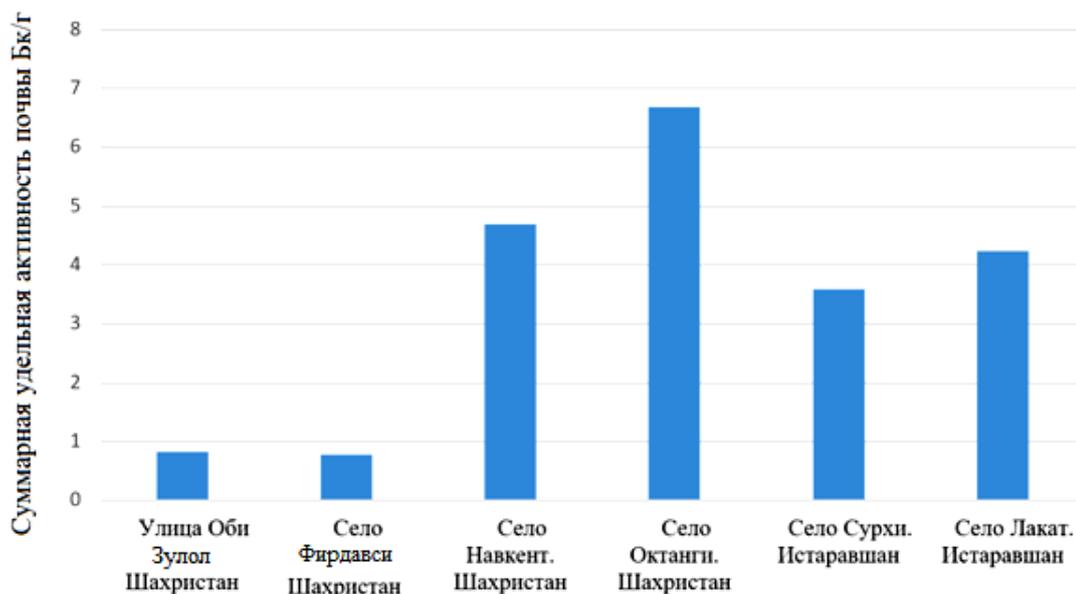


Рисунок 1 - Удельные активности образцов почвы, отобранных из разных участков.

Актиний-227 встречается во всех урановых рудах, однако его количества невелики из-за низкого содержания материнского вещества – ^{235}U . При радиоактивном равновесии на 1 г урана приходится $2\text{E}-10$ г ^{227}Ac [4].

В порядке изучения радиологической ситуации северной части Туркестанского хребта проведён мониторинг общего радиационного фона населённых пунктов Шахристанского, Истаравшанского и Зафарабадского районов. Результаты замеров приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Среднее значение мощности AMBIENTной дозы (МАД) в населённых пунктах Шахристанского района

№ п/п	Населенный пункт	МАД, мкЗв/час	№ п/п	Населенный пункт	МАД, мкЗв/час
1	п. Шахристан, центр	0,14	9	Село Фирдавси	0,21
2	Село Новкент	0,16	10	Село Бустон	0,21
3	Село Ободи	0,15	11	Село Темурмалик	0,19
4	Село Сароби	0,16	12	Село Хисор	0,20
5	Село Суғдиён	0,16	13	Село Вахдат	0,15
6	Село Гулистон	0,15	14	Село Чашма	0,16
7	Село Себзор	0,14	15	Село Истиклол	0,20
8	Село Турсунзода	0,17	16	Село Чашмасор	0,18
Среднее арифметическое значение:					0,21

Из таблицы 2 видно, что МАД обследованных территорий составляет 0,14-21 мкЗв/час. В населённых пунктах, расположенных в южной части Шахристанского района, например, в селе Фирдавси общий радиационный фон на 50% выше, чем в её северной части, например, селе Себзор.

Эта разница на наш взгляд связана с тем, что во-первых, южная часть Шахристана непосредственно примыкает к гранитоидной массе Туркестанского хребта, имеющей в своём составе тяжёлые радионуклиды, которые выходят на дневную поверхность и дают вклад в общий фон; во-вторых, Шахристан находится на наветренной стороне дующих со степных частей Центрально-Азиатского массива ветров, то есть на пути «Розы ветров», приносящей с собой из техногенных мест других краёв, даже стран дополнительный фон по радионуклидам. Кроме того, имеются ещё космические лучи, увеличивающие эту динамику. Все это в результате приводит к повышению МАД на 40-60%. Возможно, есть ещё и другие причины.

Для мониторинга объёмной активности (ОА) радона были выбраны жилые дома некоторых населённых пунктов Шахристанского района. Результаты обобщены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты мониторинга объёмной активности (ОА) радона в воздухе жилых домов населённых пунктов Шахристанского района

Места измерений	Координаты N / E	МАД, мкЗв/ч	ОА радона, Бк/м ³
Село Гулистан	39 ⁰ 49'34,84" / 68 ⁰ 47'6,86"	0,21	183
Поселок Шахристан	39 ⁰ 46'29,26" / 68 ⁰ 48'54,7"	0,10	24
Село Сароби	39 ⁰ 48'28,27" / 68 ⁰ 49'57,39"	0,25	104
Село Истиклол	39 ⁰ 43'12,74" / 68 ⁰ 52'52,35"	0,08	70
Село Ободи	39 ⁰ 50'4,11" / 69 ⁰ 49'50,37"	0,20	154
Село Сугдиён	39 ⁰ 49'41,69" / 68 ⁰ 48'56,15"	0,07	75
Село Турсунзаде	39 ⁰ 45'2,75" / 68 ⁰ 46'51,17"	0,07	40

На основе полученных данных, можно сказать, что среднестатистические количества радона равны 92,8 Бк/м³ и соответствуют НРБ Республики Таджикистан, для категории старых зданий «Населения» [5].

Результаты проведённого радиационного мониторинга Зафарабадского района показали, что в южной части данного района радиационный фон выше, чем среднеарифметические величины этого фона по району Зафарабад.

На исследованных открытых естественных территориях общий радиационный фон на 20-30% выше, чем на покрытых территориях. На наш взгляд, уменьшения радиационного фона на покрытых асфальтом или забетонированных площадях объясняется тем, что эти покрытия задерживают и уменьшают выход радиационного излучения на поверхность. Что касается превышения радиационного фона акватории верхнего канала п. Зафарабада по отношению к низинной его части по рельефу, видимо, это связано с тем, что за геологические периоды из северных склонов Туркестанского хребта происходили миграции радионуклидов. Кроме того, нам кажется, что вероятно происходили миграции «следов» техногенных процессов с северных, наветренных склонов Туркестанских гор, привнесенные из других регионов. С другой стороны, в пределах двух или максимум трех стандартных ошибок измерений усредненные данные радиационного фона южных и северных частей п. Зафарабада совпадают. Возможны и другие толкования этой небольшой разницы.

Что касается южной части Истаравшанского района в сторону северных склонов Туркестанского хребта, общий радиационный фон здесь доходит до 0,23 мкЗв/ч, а среднестатистическая величина этого «эффекта» составила 0,20 мкЗв/ч.

В г. Истаравшане среднеарифметическая величина радиационного фона равна 0,17 мкЗв/ч, и в пределах ошибок измерений не наблюдается заметного отклонения на данной территории. В северной и северо-западной части Истаравшанского района, вниз по рельефу общий радиационный фон достигает 0,16-0,17 мкЗв/ч. На основании наших измерений территорию Истаравшанского района условно поделили на три части. Первая часть – к югу от г. Истаравшана, где общий радиационный фон равен 0,20-0,21 мкЗв/ч, вторая часть – г. Истаравшан и горизонтальные параллели от него с фоном 0,17-0,18 мкЗв/ч. Третья часть – к северу от города, где радиационный фон равен 0,16-0,17 мкЗв/ч.

По результатам мониторинговых работ можно сделать заключение, что к северу от г.Истаравшана МАД составляет 0,16-0,17 мкЗв/ч. В самом городе 0,17-0,18 мкЗв/ч, а на юге эта величина достигает 0,20-0,21 мкЗв/ч, хотя разница радиационного фона между северной и южной окрестностями г. Истаравшан равна 0,04 мкЗв/ч.

Таким образом, если проследить за результатами измерений, то можно обнаружить, что во всех измеренных точках к северу от г. Истаравшана МАД одинаково низка, по сравнению с величинами к югу от г. Истаравшана.

По мере удаления от г. Истаравшана на юг в сторону Туркестанских гор, имеющиеся твёрдые почвы с гранитными включениями, выходящими на дневную поверхность, могут давать дополнительный «эффект» к среднеарифметическому МАД всего Истаравшанского района.

Сравнивая полученные данные общего радиационного фона с санитарно-допустимой дозой для всего населения, можно сделать заключение, что МАД г. Истаравшана и его окрестностей находится в пределах санитарной нормы и не представляет опасности для населения и биосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобоев, Б.Д. Радиационный мониторинг северных склонов Туркестанского хребта / Б.Д. Бобоев, Х.М. Назаров, Х. Муртазаев // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Из недр Земли до горных вершин». – Чкаловск: ГМИТ, 2007. – С. 153-154.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почва. Общие требования к отбору проб. - 2019. – 5 с.
3. Официальный сайт Thermo Fisher Scientific. PackEye Radiation Detection Backpack. URL: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/FHT1377>
4. Каралова, З.К. Актиний (Аналитическая химия элементов) / З.К. Каралова, Б.Ф. Мясоедов. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
5. Закон Республики Таджикистан «О радиационной безопасности». – Душанбе: Дониш, 2004. - С. 98-121.

ВАЗЪИ РАДИАТСИОНӢ ДАР ҲУДУДИ НИШЕБИҲОИ ШИМОЛИИ ҚАТОРКӢҲИ ТУРКИСТОН

*Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Е.Ю. Малышева, К.А. Эрматов, Ф.З. Шафиев,
И. Мирсаидзода*

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, holmurod18@mail.ru*

Натиҷаҳои мониторинги радиатсионӣ дар ҳудуди нишебиҳои шимолии қаторкӯҳи Туркистон оварда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки бузургии фаъолнокии умумии ҳоси ҳок аз 1 Бк/г камтар аст. Фаъолнокии ҳоси ҳок, ки аз минтақаҳои кӯчаи Оби Зулол барои намуна гирифта шудаанд, 0,82 Бк/г ва аз ҷӯйбори обпартои деҳаи Фирдавсии ноҳияи Шахристон гирифташуда, 0,78 Бк/г - ро ташиқ медиҳанд. Фаъолнокии ҳоси гайримуқаррарӣ дар намунаҳои рақами 3-6 мушоҳида карда мешаванд, ки ин ба фаъолнокии актиний-227 вобастагӣ дорад.

***Калидвожаҳо:** фони радиатсионӣ, ҳок, намуна, таҳлил, радионуклид, фаъолнокӣ, тавоноии дозаи амбиентӣ, қимат.*

RADIATION SITUATION ON THE NORTHERN SLOPES OF THE TURKESTAN RIDGE

*Kh.M. Nazarov, B.D. Boboev, E.Yu. Malysheva, K.A.Ermatov, F.Z.Shafiev,
I. Mirsaidzoda*

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, holmurod18@mail.ru*

The results of radiation monitoring on the northern slopes of the Turkestan Range are presented. It is shown that the total specific activity of soil is less than 1 Bq/g. The specific activity of soil sampled at Obi Zulol Str. is 0.82 Bq/g, and the drainage ditch of Firdavsi Village, Shakhristan district, is 0.78 Bq/g. Anomalous specific activity has been observed in samples numbered 3-6. This is due to the activity of actinium-227.

***Key words:** background radiation, soil, sample, analysis, radionuclide, activity, ambient dose rate, value.*



ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДОВ АКТИНИДОВ

Д.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.Дж. Саломов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, f.khamidov@cbrn.tj*

Обобщены известные и/или уточнённые значения энтальпии образования оксидов актинидов. Установлен характер изменения энтальпии образования в зависимости от порядкового номера актинидов с проявлением тетрад-эффекта.

Ключевые слова: оксиды актинидов, энтальпия образования, полуэмпирический метод, тетрад-эффект, корреляционное уравнение.

Из литературных источников известно образование оксидов актинидов со степенью окисления (+2), (+3) и (+4) [1-5]. Получены и охарактеризованы оксиды актинидов (+2) – Th, U, Np, Pu и Am.

Данная работа посвящена получению более полных сведений об энтальпии образования оксидов актинидов, сравнению их и выявлению общей закономерности в изменениях этой характеристики от порядкового номера металлов. Расчет энтальпии образования указанных оксидов актинидов произведен полуэмпирическим методом [6]. Расчет произведён корреляционным уравнением:

$$\Delta fH_{298, M'_x O_y}^0 = \Delta fH_{298, M''_x O_y}^0 + \alpha Nf + \beta S + \gamma' (L_A) (\gamma'' (L_B)), \quad (1)$$

где Nf - число f-электронов, S- и L- значения спиновых и орбитальных угловых моментов движения основного состояния ионов актинидов.

Коэффициенты α -, β - и γ' (γ'') определяют вклад каждого из составляющих на величину энтальпии образования оксидов. Обозначение M' - актиноиды, за исключением M'' – для Ac; A - элементы первой подгруппы и B - элементы второй подгруппы актинидов.

Рассчитанные значения коэффициентов уравнения (1) приведены в таблице 1. Значения коэффициентов показывают влияние каждого члена уравнения (1) на величину энтальпии образования оксидов.

Таблица 1 - Значения коэффициентов корреляционного уравнения (1)

Оксид	α	β	γ'	γ''	Оксид	α	β	γ'	γ''
MO	-13,93	-1.29	-9.40	-29.30	MO ₂	-0.71	22.56	30.50	79.50
M ₂ O ₃	-0.71	22.56	28.01	6.90					

Полученные, таким образом, величины стандартных энтальпий образования оксидов приведены в таблице 2.

По методу разностей [7] (*) оценены энтальпии образования опорных соединений Ac, Cm и Lr, необходимых для расчёта полуэмпирическим методом. Расчет произведён по формуле:

$$\Delta(\Delta fH_{298}) = \Delta fH_{(An_2O_3)} - \Delta fH_{(AnO_2)} = 450.$$

Для расчёта использованы разности энтальпии образования оксидов Th, U и Np, приведённые в литературе [1]. Эти данные позволили установить закономерности в изменениях энтальпии образования оксидов в зависимости от порядкового номера актинидов. Как видно из рисунка, эти закономерности имеют идентичный характер с проявлением известного тетрад-эффекта в пределах естественного ряда сходных оксидов актинидов.

Таблица 2 - Значения стандартной энтальпии образования (ΔfH_{298}^0) оксидов актинидов (Ac)

An		AnO	An ₂ O ₃	AnO ₂
Ac	a	168	1756	-
	б	168	1756	1306*
Th	a	-47	-	1226
	б	225	1660	1205
Pa	a	30	-	1109
	б	258	1592	1133
U	a	81	1456	1085
	б	282	1552	1092
Np	a	174	1522	1074
	б	296	1542	1081
Pu	a	329	1656	1056
	б	302	1560	1101
Am	a	398	1690	932
	б	384	1650	1214
Cm	a	270	1682	911
	б	270	1682	1232*
Bk	a	354	1694	1021
	б	385	1674	1006
Cf	a	461	1653	858
	б	457	1672	859
Ea	a	496	1696	763
	б	500	1677	792
Fm	a	512	1694	-
	б	513	1689	804
Md	a	528	1595	-
	б	497	1708	895
No	a	548	1260	-
	б	550	1660	1210
Lr	a	363	1766	-
	б	363	1766	1316*

Полученные сведения позволили проводить математическое моделирование установленных закономерностей по стандартной программе MICROSOFT EXCEL. Полученные математические уравнения приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Уравнения закономерностей изменения термодинамических свойств оксидов актинидов от природы металлов

Ряды	Свойства	Вид уравнения	Тип тренда	R ²
AcO (а)	-Δ _f H	$y=2,8056x^3-774,69x^2+71315x-2E+06$	П	0,98
AcO (б)	-Δ _f H	$y=-1,3911x^4+552,41x^3-82259x^2+5E+06x-1E+08$	П	0,94
Ac ₂ O ₃ (а)	-Δ _f H	$y=16,905x^2-3130,8x+146497$	П	0,99
Ac ₂ O ₃ (б)	-Δ _f H	$y=0,5455x^5-270,49x^4+53642x^3-5E+06x^2+3E+08x-5E+09$	П	0,93
AcO ₂ (а)	-Δ _f H	$y=1,7778x^3-471,74x^2+41627x-1E+06$	П	0,99
AcO ₂ (б)	-Δ _f H	$y=-1,8182x^3+583,26x^2-62031x+2E+06$	П	0,96
Примечание: у – свойства гидридов; x – порядковый номер M; R ² – степень достоверности; тип тренда – полиномиальная и линейная; а) элементы первой подгруппы, б) элементы второй подгруппы актинидов.				

ЛИТЕРАТУРА

1. Ионова, Г.В. Закономерности изменения свойств лантанидов и актинидов / Г.В. Ионова, В.Г. Вохмин, В.И. Спицын. – М.: Наука, 1990. - 240 с.
2. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. - М.: Мир, 1969. – Ч. 3. - 592 с.
3. Шевченко, В.Б. Технология урана / В.Б. Шевченко, Г.Н. Судариков. – М.: Госатомиздат, 1961. 340 с.
4. Несмеянов, А.Н. Радиохимия / А. Н. Несмеянов. – М.: Химия, 1978. - 362 с.
5. Громов, Б.В. Введение в химическую технологию урана / Б.В. Громов.– М.: Атомиздат, 1978. - 312 с.
6. Корреляционный анализ в физико-химии соединений трёхвалентных ионов лантаноидов / Н.С. Полуэктов, С.Б. Мешкова, Ю.В. Коровин, И.И. Оксиненко // Доклады АН СССР. - 1982. - Т. 266. - № 5. - С. 1157-1159.
7. Киреев, В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций / В.А. Киреев. – М.: Химия, 1975. - 536 с.

КОНУНИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ ТАВСИФҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ОКСИДҲОИ АКТИНИДҲО

Д.Н. Эшов, Ф.А. Ҳамидов, Ф.Дж. Саломов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, f.khamidov@cbrn.tj*

Қиматҳои маълум ва/ё саҳеҳи пайдоиши энталпияи оксидҳои актинидҳо ҷамъбаст карда шудаанд. Тавсифи тағйирёбии энталпияи пайдоиши вобаста ба рақами тартибии актинидҳо бо зухуроти тетрад-эффект муқаррар карда шудааст.

***Калидвожаҳо:** оксидҳои актинидҳо, энталпияи пайдоиши, усули нимэмпирикӣ, тетрад-эффект, муодилаи коррелятсионӣ.*

CHANGES REGULARITIES OF THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF ACTINIDE OXIDES

D.N. Eshov, F.A. Khamidov, F.J.Salomov, A. Badalov, U.M. Mirsaidov

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
f.khamidov@cbrn.tj*

The known and/or refined values of formation enthalpy of actinide oxides have been summarized in the present article. The nature of change of formation enthalpy depending on serial number of actinides with manifestation of tetrad effect has been defined

***Key words:** actinide oxides, formation enthalpy, semiempirical method, tetrad effect, correlation equation.*



ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУЛЬФАТОВ И ПЕРХЛОРАТОВ 5f-ЭЛЕМЕНТОВ

Д.Н. Эшов, Ф.А. Ҳамидов, Ф.Дж. Саломов, А. Бадалов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, f.khamidov@cbrn.tj*

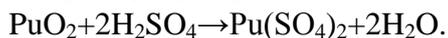
В статье дана оценка термодинамических характеристик сульфатов и перхлоратов 5f-элементов в зависимости от порядкового номера элементов.

***Ключевые слова:** актиниды, сульфаты, перхлораты, оценка, термодинамические характеристики.*

Актиниды, как правило, имеют следующие общие свойства: их трёхвалентные катионы образуют комплексные ионы и органические внутрикомплексные соединения; их сульфаты, нитраты, галогениды, перхлораты и сульфиды растворимы в воде, а фториды и оксалаты нерастворимы даже в кислотах.

Сульфаты актиноидов представляют собой белые кристаллические вещества, и их в основном получают растворением диоксидов актиноидов в концентрированной серной кислоте [1-4].

Например, сульфат плутония получают по реакции:



При сернокислотном разложении ураносодержащих руд получают уранилсульфат (UO_2SO_4). Сульфат уранила кристаллизуется из раствора в виде тригидрата при концентрации серной кислоты менее 30%.

Из уранилсульфата путём восстановления можно получить сульфат урана:



Сульфаты тория также получают из оксида тория из водных растворов, в зависимости от условий образуется ряд гидратов типа $\text{ThSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n=2, 4, 6, 8, 9$) [1, 2].

Перхлориды актиноидов получают по общей методике, действием хлорной кислоты на оксиды актиноидов [5].

В настоящей работе дана оценка термодинамических характеристик сульфатов и перхлоратов актиноидов в зависимости от порядкового номера элементов. Расчет термодинамических характеристик индивидуальных соединений произведен с учетом числа молей веществ.

В гомологическом ряду соединений актиноидов при увеличении атомного номера 5f-элементов, наряду со схожестью свойств, наблюдаются также отличия. Актиниды способны проявлять различные степени окисления, первая половина ряда имеет высокие значения степени окисления, вплоть до (+7), а члены второй половины актиноидов образуют соединения со степенью окисления (+3), (+2).

Из литературных источников известно образование сульфатов и перхлоратов актиноидов со степенью окисления (+3). В таблицах 1 и 2 приведены обобщённые литературные [6] и рассчитанные нами значения термодинамических характеристик сульфатов (таблица 1) и перхлоратов (таблица 2) актиноидов.

При расчётах брались разности энтальпии образования сульфатов и перхлоратов актиноидов, приведённые в литературных источниках [6], которые позволили установить закономерности изменения энтальпий образования сульфатов и перхлоратов актиноидов в зависимости от порядкового номера актиноидов (рисунки 1 и 2).

Таблица 1 - Термодинамические характеристики сульфатов актинидов

Соединения	Термодинамические характеристики, кДж/моль			
	$-\Delta H^0_{298,15}$		$-\Delta G^{\circ}f_{298,15}$	$S^{\circ}_{298,15}$
	Литературное [6]	Расчетное		
Th ₂ (SO ₄) ₃	-	-3510,6	-	-
Pa ₂ (SO ₄) ₃	-3604,9	-3621,0	-3091,5	-291,8
U ₂ (SO ₄) ₃	-3708,8	-3716,9	-3182,4	-338,4
Np ₂ (SO ₄) ₃	-3789,1	-3798,2	-3271,5	-308,5
Pu ₂ (SO ₄) ₃	-3915,6	-3864,9	-3388,9	-327,8
Am ₂ (SO ₄) ₃	-3962,5	-3917,2	-3428,8	-353,7
Cm ₂ (SO ₄) ₃	-3956,6	-3954,8	-3421,9	-322,7
Bk ₂ (SO ₄) ₃	-3881,2	-3977,9	-3351,5	-297,7
Cf ₂ (SO ₄) ₃	-3981,7	-3986,5	-3451,9	-295,2
Es ₂ (SO ₄) ₃	-3990,1	-3980,5	-3460,3	-295,2
Fm ₂ (SO ₄) ₃	-3981,7	-3960,0	-	-
Md ₂ (SO ₄) ₃	-	-3924,9	-	-
No ₂ (SO ₄) ₃	-	-3875,3	-	-
Lr ₂ (SO ₄) ₃	-	-3811,1	-	-

Таблица 2 - Термодинамические характеристики перхлоратов актинидов

Соединения	Термодинамические характеристики, кДж/моль			
	$-\Delta H^0_{298,15}$		$-\Delta G^{\circ}f_{298,15}$	$S^{\circ}_{298,15}$
	Литературное [6]	Расчетное		
Th(ClO ₄) ₃	-	-758,3	-	-
Pa(ClO ₄) ₃	-806,3	-813,5	-436,9	378,4
U(ClO ₄) ₃	-858,2	-861,4	-482,4	355,1
Np(ClO ₄) ₃	-898,4	-902,0	-526,9	370,0
Pu(ClO ₄) ₃	-961,6	-935,4	-585,6	360,4
Am(ClO ₄) ₃	-985,0	-961,5	-605,6	347,4
Cm(ClO ₄) ₃	-982,1	-980,3	-602,1	362,9
Bk(ClO ₄) ₃	-944,4	-991,9	-566,9	375,4
Cf(ClO ₄) ₃	-994,7	-996,2	-617,2	376,7
Es(ClO ₄) ₃	-998,9	-993,2	-621,4	377,2
Fm(ClO ₄) ₃	-994,7	-983,0	-	-
Md(ClO ₄) ₃	-	-965,5	-	-
No(ClO ₄) ₃	-	-940,7	-	-
Lr(ClO ₄) ₃	-	-908,7	-	-

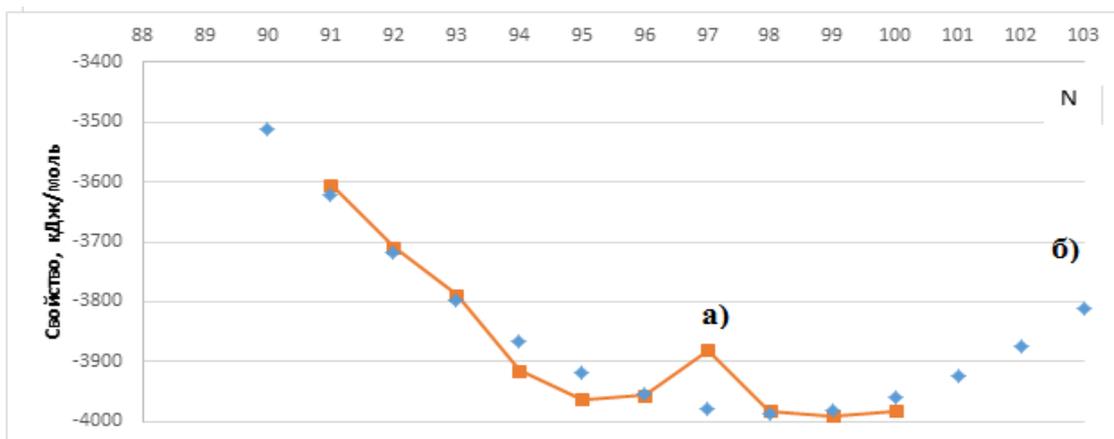


Рисунок 1- Зависимости энтальпии образования сульфатов актинидов от порядкового номера металлов: а) литературные, б) расчётные.

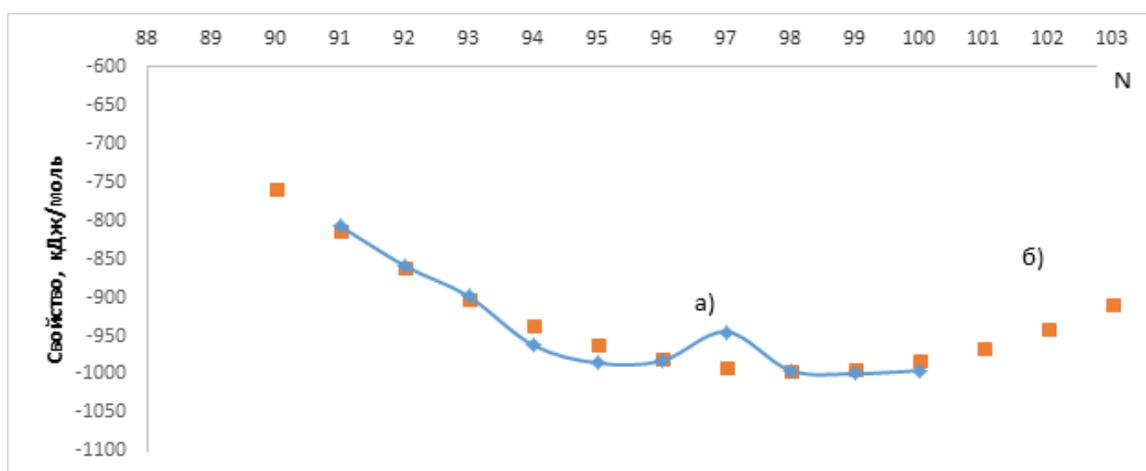


Рисунок 2 - Зависимости энтальпии образования перхлоратов актинидов от порядкового номера металлов: а) литературные, б) расчётные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жерин, И.И. Химия тория, урана и плутония: Учебное пособие / И.И. Жерин, Г.Н. Амелина. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 147с.
2. Химия актиноидов; в 3-х т. - Т. 2 / Пер. с англ. / Под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. - М.: Мир, 1997. – 664 с.
3. Химия актиноидов; в 3-х т. - Т. 3 / Пер. с англ. / Под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. - М.: Мир, 1999. – 647 с.
4. Актиниды / Пер. с англ. / Под ред. Г. Сиборга, Дж. Каца. - М.: ИЛ, 1955. - 702 с.
5. Шумахер, И. Перхлораты: свойства, производство и применение / И. Шумахер. - М.: ГНТИХЛ, 1963. - 276 с.
6. База данных термических констант веществ (рабочая версия 2) / Институт теплофизики экстремальных состояний РАН, Объединенный институт высоких температур РАН, химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова / Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>.

АРЗЁБИИ ТЕРМОДИНАМИКИИ СУЛФАТҲО ВА ПЕРХЛОРАТҲОИ 5f-ЭЛЕМЕНТҲО

Д.Н. Эшов, Ф.А. Ҳамидов, Ф.Ҷ. Саломов, А. Бадалов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, f.khamidov@cbrn.tj*

Дар мақола арзёбии хусусиятҳои термодинамикии сулфатҳо ва перхлоратҳои 5f-элементҳо вобаста аз рақами тартибии элементҳо оварда шудааст.

Калидвожаҳо: актинидҳо, сулфатҳо, перхлоратҳо, арзёбӣ, хусусиятҳои термодинамикӣ.

THERMODYNAMIC EVALUATION OF SULPHATES AND PERCHLORATES OF 5f-ELEMENTS

D.N. Eshov, F.A. Khamidov, F.Y. Salomov, A. Badalov

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
f.khamidov@cbrn.tj*

The article gives an assessment of thermodynamic characteristics of sulfates and perchlorates of 5f-elements depending on the atomic number of elements.

Key words: actinides, sulfates, perchlorates, evaluation, thermodynamic characteristics.



ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХЛОРИДОВ И НИТРАТОВ 5f-ЭЛЕМЕНТОВ

Дж.Н. Эшов, Ф.А. Ҳамидов, Ф.Дж. Саломов, И. Мирсаидзода, А. Бадалов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, f.khamidov@cbrn.tj*

В настоящей работе дана оценка термодинамических характеристик хлоридов и нитратов 5f-элементов. Проведён систематический анализ термодинамических свойств ряда изученных соединений - хлоридов и нитратов актинидов эмпирическим методом.

Ключевые слова: актиниды, хлориды, нитраты, оценка, термодинамические характеристики.

Исследованию закономерностей зависимостей наблюдаемых свойств 5f-элементов от порядкового номера актинидов посвящено значительное количество работ. Таблицы и графики, описывающие изменения тех или иных свойств в актинидном ряду, можно встретить в большинстве книг по физической химии f-элементов. Интерес к исследованию зависимости свойств 5f-элементов от порядкового номера актинидов не случаен. Он вызван возможностью практического применения выявленных закономерностей и корреляций для сравнительного изучения различных элементов, входящих в актинидное семейство. На этой основе разрабатываются методики, позволяющие использовать экспериментальный материал, полученный для части членов актинидного семейства, при прогнозировании свойств других элементов из того же семейства. Особое значение такой подход приобретает при изучении свойств элементов второй половины актинидного ряда, экспериментальное исследование которых затрудняется не только высокой радиоактивностью, но и малой доступностью.

Несмотря на значительный объем накопленных за последнее время спектроскопических, термодинамических, кристаллографических и других данных, причины, вызывающие появление «закономерных аномалий» при изменении физико-химических свойств в рядах актинидов, до сих пор остаются предметом дискуссии.

Как известно, в случае лантаноидов, на гадолиний приходится так называемый «гадолиниевый излом» - нарушение монотонного изменения свойств соединения лантаноидов в зависимости от атомного номера.

При изучении закономерностей изменения свойств актинидов, такие изменения наблюдаются для некоторых 5f-элементов [1, 2].

В настоящей работе изучены закономерности изменения термодинамических свойств хлоридов и нитратов актинидов.

Химические свойства галогенидов и нитратов актинидов в главных чертах похожи на свойства галогенидов и нитратов 4f-элементов. Например, склонность к гидролизу возрастает при переходе от фторидов к иодидам и в пределах производных одного галогена - с ростом степени окисления металла. Так, гексафториды настолько энергично гидролизуются, что в присутствии даже следов влаги разъедают стекло и разлагаются сами в результате автокаталитического процесса [1, 2].

Большинство ионных галогенидов и нитратов растворимо в воде и дают гидратированные ионы металла и галогенид-ионы. Но актиниды в степенях окисления (-3) и (+4) образуют нерастворимые в воде фториды [1, 2].

Ранее нами были изучены [3-5] термодинамические характеристики отдельных представителей актинидов тензиметрическим методом с мембранным нуль-манометром в сочетании с рентгенофазовым анализом. Полученные результаты позволили на основе проведенного систематического анализа термодинамических свойств ряда относительно изученных соединений актинидов провести термодинамический анализ для всего ряда хлоридов и нитратов актинидов.

За основу анализа для основного эмпирического метода взят метод [6-8], учитывающий вклад спиновых (s) и орбитальных (L) элементов движения основных состояний ионов актинидов.

Используя вычисленные значения коэффициентов корреляционного уравнения и экспериментально установленные стандартные термодинамические характеристики некоторых хлоридов и нитратов актинидов, была произведена оценка термодинамических характеристик всего ряда хлоридов и нитратов актинидов. Результаты расчётов приведены на рисунке 1.

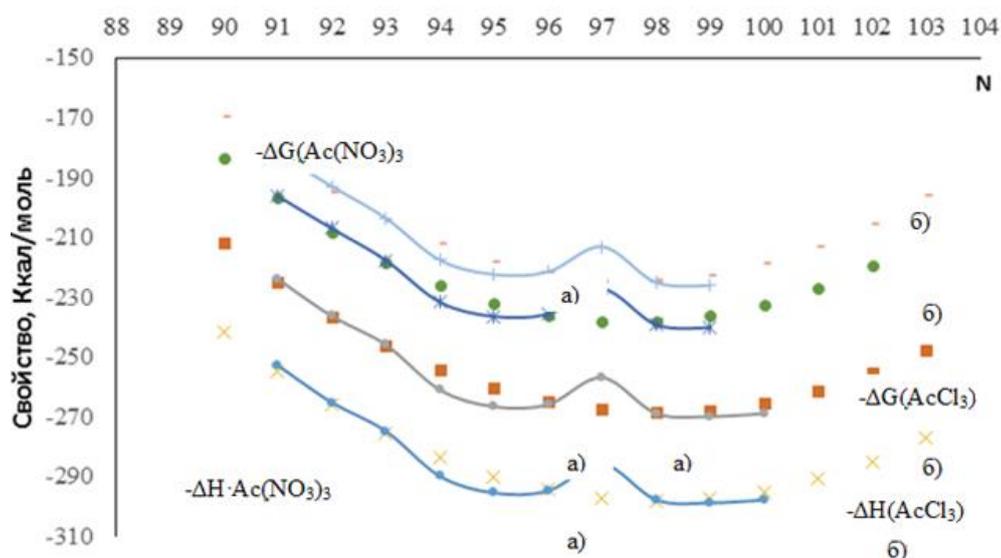


Рисунок 1 - Зависимости энтальпии образования ($-\Delta H^0_{298,15}$) и энергии Гиббса ($-\Delta G^0_{f298,15}$) хлоридов и нитратов актинидов от порядкового номера металлов: а) литературные, б) расчётные.

Как видно из рисунка 1, полученные экспериментальные и оценочные термодинамические характеристики взаимосогласованы удовлетворительно.

Полученные сведения позволили проводить математическое моделирование установленных закономерностей в стандартной программе MICROSOFT EXCEL. Полученные математические уравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Уравнения закономерностей изменения термодинамических свойств хлоридов и нитратов актинидов от природы металлов

Соединение	Свойства	Вид уравнения	T	R ²
AcCl ₃	$-\Delta H^0_{298,15}$	$y=0,8686x^2-170,39x+8087,6$	П	0,91
	$-\Delta G^0_{f298,15}$	$y = 0,9633x^2 - 187,96x + 8930,5$	П	0,90
Ac(NO ₃) ₃	$-\Delta H^0_{298,15}$	$y=0,8685x^2-170,38x+8058$	П	0,91
	$-\Delta G^0_{f298,15}$	$y=0,9669x^2-188,65x+8977,1$	П	0,90

Примечание: y – свойства гидридов; x – порядковый номер M; R² – степень достоверности; T - тип тренда; П - полиномиальный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браун, Д. Галогениды лантаноидов и актиноидов / Д. Браун. - М.: Атомиздат, 1972. – С. 272.
2. Ионова, Г.В. Закономерности изменения свойств лантанидов и актинидов / Г.В. Ионова, В.Г. Вохмин, В.И. Спицын. – М.: Наука, 1990. – С.240.
3. Хамидов, Ф.А. Термическое разложение нитратов тория (IV) и урана (VI) / Ф.А. Хамидов, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2014. - Т. 57. - № 4. – С. 304-308.
4. Хамидов, Ф.А. Сравнительный анализ энтальпии образования оксидов лантаноидов и актиноидов / Ф.А. Хамидов, И.У. Мирсаидов, А. Бадалов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2014. - Т. 57. - № 8. - С. 676-679.
5. Термодинамика процесса дегидратации пентагидронитрата тория (IV) / Ф.А. Хамидов, И.У. Мирсаидов, К.М. Назаров [и др.] // Вестник ТГУ. - 2010. - № 2 (10). - С. 234-236.
6. Гадолиниевый излом в ряду трёхвалентных лантаноидов / З.Б. Мешков, Н.С. Полуэктов, З.М. Топилова [и др.] // Координационная химия. - 1986. - Т. 12. - Вып. 4. - С. 481-484.
7. Полуэктов, Н.С. Корреляционный анализ в физикохимии соединений трёхвалентных ионов лантаноидов / Н.С. Полуэктов, С.Б. Мешкова, Ю.В. Коровин // Доклады АН СССР. - 1982. - Т. 266. - № 5. - С. 1157-1160.
8. База данных термических констант веществ (рабочая версия 2) / Институт теплофизики экстремальных состояний РАН, Объединенный институт высоких температур РАН, хим. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова / Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>.

АРЗЁБИИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХЛОРИДҶО ВА НИТРАТҶОИ 5f-ЭЛЕМЕНТҶО

Ҷ.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.Ҷ. Саломов, И. Мирсаидзода, А. Бадалов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, f.khamidov@cbrn.tj*

Дар кори мазкур хусуиятҳои термодинамикии хлоридҳо ва нитратҳои 5f-элементҳо арзёбӣ карда шудаанд. Бо усули эмпирикӣ таҳлили системавии хосиятҳои термодинамикии як қатор пайвастагиҳои тадқиқишуда — хлоридҳо ва нитратҳои актинидҳо гузаронида шудааст.

***Калидвожаҳо:** актинидҳо, хлоридҳо, нитратҳо, арзёбӣ, хусуиятҳои термодинамикӣ.*

THERMODYNAMIC EVALUATION OF CHLORIDES AND NITRATES OF 5f-ELEMENTS

J.N. Eshov, F.A. Khamidov, F.Y. Salomov, I. Mirsaidzoda, A. Badalov

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
f.khamidov@cbrn.tj*

In the present work thermodynamic characteristics of chlorides and nitrates of 5f-elements are estimated. A systematic analysis of thermodynamic properties of a number of studied compounds - actinide chlorides and nitrates by means of empirical method has been carried out.

Key words: *actinides, chlorides, nitrates, evaluation, thermodynamic characteristics.*



COOPERATION ON RADIATION SAFETY FOR MANAGEMENT OF AREAS CONTAMINATED BY PAST PRACTICES IN TAJIKISTAN

Dr. Olga German, Viktoriia Ignatiuk

*International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, o.german@iaea.org,
v.ignatiuk@iaea.org*

Tajikistan, Uzbekistan and Kyrgyzstan, once major uranium sources in the former Soviet Union, now grapple with vast areas containing abandoned radioactive materials, including uranium production sites, mining shafts, and tailings sites. These abandoned sites pose significant radiological, chemical and technological hazards, endangering the population, workers, and the environment due to contamination spreading through water, soil, and the food chain.

Back in 2012, international organizations recognised the need for coordination of national and international efforts related to the remediation of uranium legacy sites in Central Asia resulting in the creation of the Coordination Group for Uranium Legacy Sites (CGULS).

In coordination with the International Atomic Energy Agency (IAEA), CGULS works alongside multiple international, national and local organizations, including the Chemical, Biological, Radiological, Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan (CBRN), conducting numerous training sessions in Central Asia and producing two Strategic Master Plans. In 2021, two out of the seven legacy sites were successfully remediated in Kyrgyzstan, surpassing expectations in terms of both timeline and budget. This accomplishment was made achievable through generous contributions from the European Union, Belgium, Switzerland, the United States of America, Norway, and Lithuania, as well as collaborative efforts involving the IAEA,

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), and European Union. The next remediation works are already planned in Tajikistan.

Istiklol, near the Tajik-Uzbek border, is one of the priority sites. It faces risks from contaminated mine water and physical hazards. Remediation efforts are supported by the EBRD's ERA, EU's INSC and CIS Programme. Projects include re-contouring Yellow Hill and tailings 1-4, remediating other objects, and addressing contaminated mining water. The proposed remediation plan for Degmay, another priority site in Tajikistan, includes in-situ treatment for the tailings pond, removal of tailings pipes with disposal on-site, and demolition of pump stations.

The detailed remediation of the sites is performed as outlined in the CGULS's SMP. The SMP was developed by a group of national experts under the guidance of the IAEA and its revised and updated version was endorsed by signing parties during the side event of the 65th IAEA General Conference and foresees action until the end of 2023. Tajikistan's compliance with the Framework Agreement requirements will determine project completion.

The IAEA and CGULS have played a pivotal role in assisting Tajikistan's national regulatory body CBRN in drafting regulations and enhancing the regulatory framework for radiation safety and environmental remediation of uranium legacy sites. These efforts ensure compliance with international standards, including the IAEA Safety Standards.

CGULS eagerly anticipates continued collaboration with Tajikistan and other international partners to strengthen their joint efforts in completing the remediation of uranium sites, fostering a stronger and more resilient outcome.



**РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ В РАЙОНЕ
РАСПОЛОЖЕНИЯ СУДОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО ОБСЛУЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЮ СУДОВ С
ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ**

И.И. Богданов, Д.В. Исаев, Т.А. Дороньева, А.Н. Малахова

*ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
г. Москва, Россия, drev4s@yandex.ru*

Целью работы являлось изучение радиационной обстановки в районе расположения судоремонтного предприятия, осуществляющего обслуживание и утилизацию судов с ядерными энергетическими установками в Мурманской области, а также оценка возможного воздействия проводимых работ на окружающую среду и население по результатам радиоэкологического мониторинга.

***Ключевые слова:** радиоэкологическое обследование территориального округа г. Снежногорск, радиационно-опасные объекты, радиационная безопасность.*

В рамках федеральной целевой программы «Промышленная утилизация вооружения и военной техники ядерного комплекса на 2011-2015 годы и на период до 2020 года». ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России совместно с ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии № 120» ФМБА России проводили исследование радиационной обстановки в районе расположения действующего судоремонтного предприятия, с целью оценки возможного радиационного влияния работ по утилизации АПЛ на окружающую среду и население.

Целью работы являлось исследование радиационной обстановки прибрежной зоны, районов проживания населения, расположенных в непосредственной близости к территории судоремонтного предприятия, для оценки потенциального воздействия на окружающую среду и населения территориального округа г. Снежногорск.

Проведены измерения следующих параметров радиационной обстановки:

1. Мощность дозы гамма-излучения (МАЭД) на территории, расположенной вблизи судоремонтного предприятия, и территорий населённого пункта;
2. Удельная (объемная) активность техногенных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды – почве, воде, пищевых продуктах.

Отбор, спектрометрический и радиохимический анализ проб объектов окружающей среды и пищевых продуктов проводился в соответствии с утвержденными нормативными документами. МАЭД на территории измерялась методом непрерывной пешеходной гамма-съемки.

В период с 2017 по 2020 год на территории, прилегающей к судоремонтному предприятию и территориям г. Снежногорск, было проведено 21083 измерения МАЭД, максимальное значение составило 0,23 мкЗв/ч, медиальное значение составило 0,064 мкЗв/ч.

В рамках данного исследования были получены результаты удельной активности техногенных радионуклидов в почве, в районе расположения судоремонтного предприятия и ближайшего населенного пункта г. Снежногорск. Диапазоны значений для каждой территории следующие: в районе расположения судоремонтного предприятия – по ^{90}Sr – до 10 Бк/кг, по ^{137}Cs – до 123 Бк/кг. На территории г. Снежногорск – по ^{90}Sr – до 4 Бк/кг, по ^{137}Cs – до 14 Бк/кг. Фоновое значение с. Белокаменка – по ^{90}Sr – до 0,5 Бк/кг, по ^{137}Cs – до 10 Бк/кг.

Сравнение полученных данных с результатами радиационно-гигиенической паспортизации региона Мурманской области показывает, существует незначительное превышение – по ^{137}Cs (19 Бк/кг). Анализ полученных данных по содержанию техногенных радионуклидов свидетельствует об отсутствии динамики поступления радионуклидов в почву при проведении работ на территории, прилегающей к судоремонтному предприятию.

Отобранные пробы воды в районе расположения г. Снежногорск, были исследованы на содержание радионуклидов и составило ^{137}Cs – 3 мБк/л, а по ^{90}Sr – 7 мБк/л. При сравнении полученных результатов с данными содержания радионуклидов в воде Баренцева моря (^{90}Sr – до 2 мБк/л, ^{137}Cs – до 3 мБк/л) и воде Кольского залива (^{90}Sr – до 3 мБк/л, ^{137}Cs – до 3 мБк/л) отмечено незначительное превышение по содержанию ^{90}Sr .

Содержание радионуклидов в пробах грибов, отобранных на территории г. Снежногорск, по ^{90}Sr не превышает 0,47 Бк/кг, по ^{137}Cs – 110 Бк/кг. Сравнение полученных данных с нормой содержания радионуклидов в грибах по НРБ-99 является – по ^{90}Sr 1,3 Бк/кг, а по ^{137}Cs – 500 Бк/кг, свидетельствует об отсутствии динамики поступления радионуклидов в грибы при проведении работ на территории, прилегающей к судоремонтному предприятию.

Сравнительный анализ значений, характерных для Мурманской области, с результатами, полученными в ходе экспедиционного выезда, показывает, что удельное содержание радиоизотопа ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве исследуемых территорий находится на уровне региональных значений.

Установлено, что в районе расположения судоремонтного предприятия и территорий г. Снежногорск значения МАЭД и удельной активности техногенных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды находились на одном уровне. Среднее значение МАЭД на исследуемой территории не превышает среднегодового значения, характерного для Мурманской области, – 0,13 мкЗв/ч. Объемная активность техногенных радионуклидов в пробах воды, отобранной в районе расположения судоремонтного предприятия и территорий г. Снежногорск, несколько выше по содержанию ^{90}Sr по отношению к среднему содержанию этого радионуклида в воде Баренцева моря.

По результатам проведенного радиационного мониторинга был сделан вывод, радиационная обстановка на исследуемых территориях удовлетворительная: значения МАЭД и содержание техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды соответствует средним значениям по региону. На основании полученных данных можно сделать вывод об отсутствии достоверного влияния работ, проводившихся на территории, прилегающей к судоремонтному предприятию, на окружающую среду и население. На основе полученных данных была сформирована база данных, которая включает в себя все измерения, производившиеся на исследуемой территории округа г. Снежногорск.

RADIOECOLOGICAL SURVEY OF THE TERRITORY IN THE AREA OF A SHIPYARD INVOLVED IN SERVICE AND DECOMMISSIONING OF SHIPS EQUIPPED WITH NUCLEAR POWER INSTALLATIONS

I.I. Bogdanov, D.V. Isaev, T.A. Doronieva, A.N. Malakhova
SRC-FMBC, Moscow, Russia, drev4s@yandex.ru

The purpose of this work was to study radiation and health physics situation in the area of a ship yard company involved in services for decommissioning and dismantling of ships equipped with nuclear power installations and to assess the potential impact of ongoing work on the environment and the public based on the results of radioecological monitoring.

Key words: *radioecological survey of the territorial district of Snezhnogorsk, radiation hazardous facilities, radiation safety.*



АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУДОРЕМОНТНОГО ЗАВОДА «НЕРПА»

И.И. Богданов, Т.А. Дороньева, Д.В. Исаев, Л.Н. Волконская

*ФГБУ ГНЦ федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна
ФМБА России, г. Москва, Российская Федерация, drev4s@yandex.ru*

Целью данной работы являлось изучение радиационно-гигиенической обстановки в районе расположения судоремонтного завода «Нерпа» и оценка возможного воздействия проводимых работ на окружающую среду и население. Были произведены мероприятия по оценке МАЭД региона, а также анализ отобранных проб, для идентификации радионуклидов и их содержания в различных видах проб.

***Ключевые слова:** судоремонтный завод «Нерпа», техногенные радионуклиды, мониторинг, мощность дозы, облучение, радионуклиды.*

В рамках Федеральной целевой программы «Промышленная утилизация вооружения и военной техники ядерного комплекса на 2011-2015 годы специалистами ФГБУ ГНЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России совместно с территориальными органами ФМБА России проводилось исследование радиационной обстановки в районе расположения действующего судоремонтного завода «Нерпа» с целью оценки возможного радиационного влияния проведенных широкомасштабных работ по утилизации АПЛ на окружающую среду и население. С 2014 по 2016 г. были осуществлены исследования в районе расположения ОАО «30 Судоремонтный завод» (ЗАО Фокино, Приморский край) и АО «10 Ордена Трудового Красного Знамени судоремонтный завод» (ЗАО Александровск, Мурманская область). В 2017 году по первому этапу исследований был проведен мониторинг в районах размещения ФГУП «Атомфлот» и СРЗ «Нерпа». На втором этапе работ в 2018 году были проведены углубленные исследования по радиационно-гигиеническому мониторингу в районе расположения СРЗ «Нерпа».

Целью работы является представление результатов полученных в ходе работ проведенного радиационно-гигиенического мониторинга прибрежной зоны, районов проживания населения, расположенных в непосредственной близости к потенциально и радиационно-опасным объектам, для оценки потенциального воздействия на окружающую среду и население региона.

Задачи:

1. Измерение мощности дозы гамма-излучения (МАЭД) на территории расположения судоремонтного завода «Нерпа»;
2. Анализ содержания техногенных и природных радионуклидов в объектах окружающей среды;
3. Разработка модуля базы данных с результатами исследований.

В ходе исследований проводились измерения следующих параметров: 1) МАЭД на открытой местности 2) удельной активности техногенных радионуклидов в почве, донных отложениях и водной растительности 3) удельной активности техногенных радионуклидов в пищевых продуктах 4) объемной активности техногенных радионуклидов в морской воде.

Отбор проб объектов окружающей среды и пищевых продуктов проводился в соответствии с нормативными документами и методическими указаниями [1-4]. Измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в отобранных пробах проводились гамма-спектрометрическим методом на гамма-спектрометре фирмы «CANBERRA» с германиевым блоком детектирования в соответствии с методикой выполнения измерений [5]. Удельная активность ^{90}Sr в пробах определена радиохимическим методом по активности равновесного ^{90}Y в счетных образцах. Измерения выполнены на установке УМФ-2000 [6, 7]. МАЭД на территории исследовалась в соответствии с методическими рекомендациями [8] – методом непрерывной пешеходной гамма-съемки. Для проведения измерений МАЭД использовались портативные спектрометрические установки МКС-01А «Мультирад-М» и МКС-АТ6101С.

В ходе данного исследования, были получены результаты содержания техногенных радионуклидов в почве, за все годы исследований на территории ЗН СРЗ «Нерпа» (по ^{90}Sr до 10 Бк/кг, по ^{137}Cs до 123 Бк/кг) и ближайшего крупного населенного пункта г. Снежногорск (по ^{90}Sr до 4 Бк/кг, по ^{137}Cs до 14 Бк/кг) несколько выше, чем на территории фонового района с. Белокаменка (по ^{90}Sr до 0,5 Бк/кг, по ^{137}Cs до 10 Бк/кг). Сравнение с результатами радиационно-гигиенической паспортизации региона показывает некоторое превышение значений по ^{137}Cs (19 Бк/кг). При сравнении удельной активности техногенных радионуклидов по годам можно сделать вывод об отсутствии динамики в поступлении радионуклидов в почву при проведении работ на территории СРЗ «Нерпа».

В 2018 году на некотором удалении от периметра физической защиты СРЗ «Нерпа» был обнаружен локальный участок, на котором удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в почве превышала фоновые уровни и граничила с уровнем допустимой удельной активности для неограниченного использования твердых материалов (^{137}Cs - 100 Бк/кг).

Содержание радионуклидов в пробах морской воды, отобранной в районе расположения СРЗ «Нерпа», не превышало по ^{137}Cs - 3 мБк/л, а по ^{90}Sr – 7 мБк/л. При сравнении полученных результатов с данными о содержании радионуклидов в воде Баренцева моря (^{90}Sr до 2 мБк/л) [9] и воде Кольского залива в районе сравнения (^{90}Sr до 3 мБк/л) отмечается некоторое превышение по содержанию ^{90}Sr .

Содержание радионуклидов в пробах съедобных грибов (расчёт произведён на сырой вес пробы), отобранных на территории ЗН СРЗ «Нерпа», по ^{90}Sr не превышает 0,47 Бк/кг, по ^{137}Cs – 110 Бк/кг [10].

Всего за 3 года на территории СРЗ «Нерпа» было проведено 21083 измерения МАЭД, максимальное значение составило 0,23 мкЗв/ч, медиальное значение составило 0,064 мкЗв/ч.

Сравнительный анализ значений характерных для Мурманской области с результатами, полученными в ходе экспедиционного выезда, показывает, что удельное содержание радиоизотопа ^{137}Cs в почве исследуемых территорий находится на уровне региональных значений, характерных для Мурманской области.

За 3 года проведения работ в районе расположения СРЗ «Нерпа» значения МАЭД и удельной активности техногенных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды находились практически на одном уровне. Среднее значение МАЭД на исследуемой территории не превышает среднегодового значения характерного для Мурманской области 0,13 мкЗв/ч. Объемная активность техногенных радионуклидов в пробах морской воды, отобранной в районе расположения СРЗ «Нерпа», несколько выше по содержанию ^{90}Sr по отношению к среднему содержанию этого радионуклида в воде Баренцева моря.

В целом, радиационно-гигиеническая обстановка на исследуемых территориях удовлетворительная значения МАЭД и содержание техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды соответствует средним значениям по региону. На основании этого можно сделать вывод об отсутствии достоверного влияния радиационно-опасных работ, проводящихся на территории СРЗ «Нерпа», на окружающую среду и проживающее население. На основе полученных данных, была сформирована база данных, которая включает в себя все измерения, производившиеся в регионе, а также в районах расположения АО «ЦС «Звездочка» «СРЗ «Нерпа», расположения отделения Сайда – Губа Северо-Западного центра по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО», расположения АО «30 СРЗ» и расположения Отделения Вилючинск ДВЦ «ДальРАО».

Личное участие автора заключалось в анализе полученных результатов, составлении модуля базы данных с результатами исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. - Введ. 2014-01-01. - М.: Стандартиформ, 2013. - 31 с.
2. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. - Введ. 2019-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2018. - 8 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. - Введ. 2019-01-01. - М.: Стандартиформ, 2018. - 13 с.
4. ГОСТ Р 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. - Введ. 2010-01-01. – М.: Стандартиформ, 2009. - 27 с.
5. Методика выполнения измерений активности гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением гамма-спектрометрической системы LabSOCS. – СПб.: ООО НТЦ «РАДЭК», 2007.
6. МУК 4.3.2503-09. Sr-90. Определение удельной активности в пищевых продуктах. - Введ. 2009-06-20. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. - 32 с.

7. МУК 2.6.1.033-2003. Sr-90. Определение концентрации в почве экстракцией моноизооктиловым эфиром метилфосфоновой кислоты иттрия-90. - М., 2003.
8. МУ 2.6.1.2398-08. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности. - Введ. 02.09.2008. - М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
9. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2018 году. – Обнинск, ФГБУ НПО «Гайфун», 2019.
10. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). – Введ. 11.08.2010 - М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE RESULTS OF RADIOECOLOGICAL SURVEY OF THE TERRITORY IN THE AREA OF LOCATION OF THE NERPA SHIP REPAIR PLANT

I.I. Bogdanov, T.A. Doroneva, D.V. Isaev, L.N. Volkonskaya

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia, drev4s@yandex.ru

The purpose of this work was to study the radiation and hygienic situation in the area where the Nerpa shipyard is located and to assess the possible impact of ongoing work on the environment and the population. Measures were taken to assess the AEDR of the region, as well as the analysis of samples taken to identify radionuclides and their content in various types of samples.

Key words: *Nerpa shipyard, technogenic radionuclides, monitoring, dose rate, exposure, radionuclides.*



ОБ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УЧЁТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Дж.А. Саломов, Б.Б. Баротов, А.З. Суфиев

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, j.salomov@cbrn.tj

В статье рассматривается вопрос организации системы учёта и контроля ядерных материалов и источников ионизирующего излучения в Республике Таджикистан. Приводятся хронология и этапы создания этой системы. Показано,

что созданная система учета и контроля ядерных материалов и источников излучения отвечает международным требованиям безопасности и является результатом плодотворного сотрудничества нашего Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) и регулирующими органами других стран, особенно странами Европейского Союза, США, Российской Федерацией, Казахстаном, Узбекистаном, Арменией и Грузией.

Ключевые слова: *учет, контроль, инвентаризация, ядерный материал, источники ионизирующего излучения, информационная система.*

Достижения ядерной науки широко применяются во многих ключевых областях жизнедеятельности человека - в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях, образовательных процессах, экологии и других областях. За годы Советского Союза в Республике Таджикистан использовалось около 2000 радиоактивных источников различной активности. Действовал крупный комбинат по переработке урановой руды, который после распада Советского Союза приостановил свою деятельность по ряду причин.

В Таджикистане после распада Советского Союза, как и во многих других постсоветских странах, изменения политической и экономической системы и переход к рыночной экономике привели к пересмотру не только государственной системы, но также и повлияли на организацию инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности.

После стабилизации ситуации в стране, Таджикистан в 2001 году стал членом МАГАТЭ. В декабре 2002 года при Академии наук Республики Таджикистан было создано Агентство по атомной энергии, которое в 2003 году было преобразовано в Агентство по ядерной и радиационной безопасности (АЯРБ). Согласно Закону Республики Таджикистан «О радиационной безопасности», принятому в 2003 году, Правительство наделило АЯРБ полномочиями по созданию инфраструктуры для обеспечения ядерной и радиационной безопасности страны. После преобразования АЯРБ в 2021 году в Агентство по химической, биологической, радиологической и ядерной безопасности при Национальной Академии наук Таджикистана (далее Агентство) все функции по ядерной и радиационной безопасности сохранились за Агентством.

В ноябре 2004 года наше правительство подписало Соглашение о гарантиях и Дополнительный протокол к Соглашению о гарантиях, которые были ратифицированы Парламентом Республики.

В связи с этим стал актуализироваться вопрос укрепления и совершенствования нормативно-правовой базы и инфраструктуры в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, а также организации государственной системы учета, контроля, хранения радиоактивных источников и материалов в соответствии с требованиями безопасности МАГАТЭ и другими международными требованиями. Особо важным фактором является обеспечение надежной физической защиты источников ионизирующего излучения (ИИИ) в местах их хранения. Эти вопросы были центральной темой в обсуждении проблемы

безопасности ИИИ во время визита Посла США и группы экспертов Министерства энергетики США в Академию наук Республики Таджикистан 14 декабря. 2002 г., в результате чего было подписано Базовое соглашение между Академией наук Республики Таджикистан и Тихоокеанской Северо-Западной национальной лабораторией по сотрудничеству и оказанию помощи в области нераспространения ядерного оружия, ядерных материалов и технологий. В 2006 году аналогичное соглашение было подписано между Агентством и Комиссией по ядерному регулированию США (КЯР США).

В рамках этих соглашений Правительство США оказало и оказывает ощутимую помощь республике по конкретным задачам в области учёта, контроля источников излучения, физической защиты радиоактивных и ядерных материалов, совершенствования нормативно-правовой базы, укрепления материально-технической базы, а также консультативную помощь в области радиационной безопасности и лицензирования безопасного использования источников ионизирующего излучения.

Только по соглашению между КЯР США и Агентством за последние 15 лет реализовано более 20 проектов по проведению инвентаризации ИИИ, внесению изменений и дополнений в ряд законов, подготовке новых нормативных документов, а также проведению консультативных семинаров с пользователями ИИИ по вопросам основ радиационной безопасности, требований по обеспечению радиационной безопасности при использовании ИИИ.

Особо отметим реализацию проекта NRC США в 2013 году по созданию Государственного регистра ИИИ в Республике Таджикистан. Прежде чем приступить к созданию Государственного регистра, нам необходимо было подготовить законодательную базу для его создания. Поэтому нами был подготовлен проект «Порядка организации государственной системы учета и контроля ядерных материалов и источников ионизирующего излучения», который был принят Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 4 октября 2013 года, №449, и на его основе мы подготовили «Положение о Государственном регистре источников ионизирующего излучения». Это нам позволило проводить проверку имеющейся информации о наличии ИИИ в организациях путём проведения инвентаризационных проверок и внесения проверенной информации в информационную систему РАСОД, которая также была разработана при поддержке КЯР США и регулярно обновляется с помощью удобного браузера. Уникальностью программы RASOD является автоматическое определение текущей деятельности и категоризации источников в соответствии с Требованиями безопасности МАГАТЭ № GSR Part 1 (Rev. 1), Категоризация радиоактивных источников, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № RS-G-1.9. RASOD является информационной системой, которая позволяет вводить, хранить и обрабатывать данные источников ионизирующего излучения, которая разработана для регулирующих органов по вопросам ядерной и радиационной безопасности. Эта система широко используется во многих странах мира, в том числе и постсоветских.

Таким образом, к концу 2013 года при поддержке программы Партнёрства по регулированию источников излучения (RSRP) КЯР США был создан

Государственный регистр ядерных материалов и источников ионизирующего излучения Республики Таджикистан на основе проведённой в 2004-2007 годы инвентаризации источников ионизирующих излучений, включая закрытые, открытые, ассоциированные и генерирующие.

В то же время отметим, что за последние десятилетия в Таджикистане произошло значительное развитие промышленности, наблюдается заметный рост модернизации оборудования и использования новых технологий, многие из которых содержат устройства, использующие источники излучения. Также практически во всей республике обновлён парк медицинских диагностических и терапевтических аппаратур. Кроме того, в последние годы часть источников выведена из эксплуатации и передана в ПЗРО Файзабадского района. Часть этой информации известна Агентству и уже зарегистрирована в Государственном регистре, но другие источники и оборудование еще необходимо отслеживать с помощью органов местного самоуправления и иных уполномоченных органов в области учёта, контроля и обеспечения радиационной безопасности и защиты.

Однако по ряду причин текущий Государственный регистр радиационных источников регулярно и систематически не обновлялся. Поэтому, на 7-м Региональном совещании программы Партнёрства по регулированию источников излучения (RSRP) КЯР США, состоявшемся в 2018 году в Душанбе, наше Агентство обратилось к КЯР США поддерживать нашу инициативу по вопросу дальнейшей модернизации регистра ИИИ, актуализации и подготовки некоторых нормативных документов, укрепления материально-технической базы Агентства, проведению комплексной переоценки нашего Государственного регистра источников излучения путём проведения новой инвентаризации ИИИ на местах.

Наша инициатива нашла хорошее взаимопонимание КЯР США. Учитывая относительно ускоренное развитие, как в промышленности, так и в медицине, связанное с модернизацией оборудования и развитием новых технологий в Таджикистане, а также открытием новых государственных и частных предприятий, больниц, диагностических центров и медицинских учреждений, использующих в своей работе источники излучения, КЯР США поддержали нашу инициативу по актуализации Государственного реестра ИИИ.

В настоящее время при финансовой поддержке КЯР США завершена инвентаризация ИИИ в Согдийской, Хатлонской областях, городе Душанбе, Районах республиканского подчинения, начатая ещё в 2019 году. В ближайшее время планируется продолжить завершающий этап инвентаризации ИИИ в Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана.

Всё это позволяет Агентству совершенствовать Государственную систему учета, контроля, хранения и перемещения радиоактивных источников и постоянно следить за «судьбой» источников.

Все эти инициативы позволяют нам организовать в стране надлежащие условия для безопасного обращения с источниками ионизирующего излучения, что способствует их безопасности и гарантирует их сохранность.

Надеемся, что признание нашей республикой международных договоров и соглашений в рамках МАГАТЭ, а также плодотворное сотрудничество с МАГАТЭ

и регулируемыми органами других стран, особенно стран Европейского Союза, США, Российской Федерации, Казахстана, Узбекистана, Армении и Грузии, позволит международному сообществу видеть в нас надежных партнёров, и нам будет позволено более эффективно использовать достижения ядерной науки и технологий в мирных целях и поднять на более высокий уровень выполнение требований безопасности окружающей среды и населения.

ДАР БОРАИ ТАШКИЛ НАМУДАНИ НИЗОМИ БАҲИСОБГИРӢ ВА НАЗОРАТИ МАВОДИ ЯДРОӢ ВА РАДИОАКТИВӢ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ҷ.А. Саломов, Б.Б. Баротов, А.З. Суфиев

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, j.salomov@cbrn.tj*

Дар мақола масъалаи ташкили низоми баҳисобгирӣ ва назорати маводи ядроӣ ва манбаъҳои афканишоти ионофар дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ шудааст. Хронология ва марҳилаҳои таъсиси низоми мазкур оварда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки низоми таъсисёфтаи баҳисобгирӣ ва назорати маводи ядроӣ ва манбаъҳои афканишоти ионофар ба талаботи байналмилалӣ бехатарӣ ҷавобгӯ буда, натиҷаи ҳамкориҳои судманди Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ бо Агентии байналмилалӣ нерӯи атомӣ (АБНА) ва мақоми танзимгари дигар кишварҳо, алалхусус кишварҳои Иттиҳоди Аврупо, ИМА, Федератсияи Русия, Қазоқистон, Ўзбекистон, Арманистон ва Гурҷистон мебошад.

***Калидвожаҳо:** баҳисобгирӣ, назорат, бақайдгирӣ, маводи ядроӣ, манбаъҳои афканишоти ионофар, системаи иттилоотӣ.*

ON ORGANIZATION OF ACCOUNTING AND CONTROL SYSTEM OF NUCLEAR AND RADIOACTIVE MATERIALS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

J.A. Salomov, B.B. Barotov, A.Z. Sufiev

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
j.salomov@cbrn.tj*

The organization of accounting and control system for nuclear materials and ionizing radiation sources in the Republic of Tajikistan has been considered in the present article. The chronology and stages of creation of this system are given. It is shown that the created system for accounting and control of nuclear materials and radiation sources meets the international safety requirements and is the result of fruitful

cooperation between the Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of National Academy of Sciences of Tajikistan with the International Atomic Energy Agency (IAEA) and regulatory authorities of other countries, especially countries of the European Union, USA, Russian Federation, Kazakhstan, Uzbekistan, Armenia and Georgia.

Key words: *accounting, control, inventory, nuclear material, radiation sources, information system.*



РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ УРАНОВЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАНА

С.М. Бахронов, М.М. Хакдодов, М.З. Ахмедов, Е.Ю. Малышева, Х.М. Назаров

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

В настоящей работе дана оценка потенциальной опасности хвостохранилищ для населения, проживающего вокруг них, выполнено разделение населения на несколько гипотетических групп.

Ключевые слова: *мониторинг, хвостохранилище, радиация, гипотетические группы, доза облучения.*

В настоящей работе приведены результаты комплексного мониторинга хвостохранилищ северного Таджикистана.

Оценка потенциальной опасности хвостохранилищ для населения, проживающего вокруг них, выполняется разделением на несколько гипотетических групп.

Группа №1. Жители поселков, которые проживают относительно далеко от хвостохранилища и большую часть времени проводят в своих жилищах внутри зданий. Здания не загрязнены, поскольку для их строительства не использовались материалы из хвостохранилища. Для питьевого водоснабжения используется вода из незагрязненного радионуклидами источника.

Группа №2. Представители данной группы проживают по тому же сценарию, как представители группы 1, однако не имеют водоснабжения. Они вынуждены использовать воду из бывших затопленных урановых шахт для питья и полива овощей на своих огородных участках.

Группа №3. Представители этой группы, также как представители группы №2, не имеют водоснабжения. И используют загрязнённые воды из затопленных шахт и карьера для бытовых нужд, питьевого водоснабжения и полива огородов. Они, как и представители группы 1, проживают относительно далеко от хвостохранилищ и большую часть своего времени проводят в зданиях. Однако они регулярно посещают районы расположения горных отвалов и бывших урановых объектов с повышенным уровнем загрязнения радионуклидами. Представители

этой группы пребывают в окрестностях урановых отвалов в среднем по 2 часа в день для выпаса скота.

Группа №4. Представители этой группы, также как и группы 3, используют шахтную воду для местного водоснабжения. Однако они подвержены дополнительному риску за счет того, что выпас домашнего скота осуществляется на территории хвостохранилищ, и для его водопоя используют воду очень загрязненных дренажей у подножия склонов хвостохранилищ. Представители группы в среднем по 4 часа в день пребывают на территории хвостохранилищ с целью выпаса скота и в среднем по 2 часа в окрестностях отвалов бедных руд.

В таблице 1 приведены сведения о продолжительности пребывания указанных гипотетических групп на различных объектах в зонах потенциального облучения, а в таблице 2. – годовые дозы облучения за счёт водопользования из загрязнённых водных источников.

При расчёте доз, полученных населением, были использованы данные о потреблении продуктов и овощей населением данной территории, дозовые коэффициенты пределов годового поступления с воздухом и пищей, допустимой объёмной активности во вдыхаемом воздухе и уровни вмешательства при поступлении с водой отдельных радионуклидов для населения.

Таблица 1 – Продолжительность пребывания (в часах в год) различных гипотетических групп населения на участках потенциального облучения

Группа	В окрестностях хвостохранилища	В окрестностях отвалов бедных руд	Внутри помещений	Снаружи зданий
1	0	0	5840	2920
2	0	0	5840	2920
3	0	730	5110	2920
4	1460	730	5110	1460

Таблица 2 – Годовые дозы облучения за счёт водопользования из загрязнённых водных источников

Водный источник	Пути облучения	Дозы, мЗв/год	
		[min]	[max]
Шахтные воды	Питьевая вода	0,82	1,3
	Потребление овощей, поливаемых загрязнённой водой	0,066	0,11
Вода из уранового карьера	Питьевая вода	0,94	1,7
Дренажи хвостохранилищ	Потребление загрязнённого молока в результате водопоя коров из урансодержащих вод	0,015	0,025
	Потребление загрязнённого мяса	0,0083	0,014

Учитывая вышеизложенное, рассчитаны вклады различных радиационных факторов в дополнительную годовую дозу облучения (мЗв/год), получаемую гипотетическими группами населения. Результаты расчёта приводятся в таблице 3.

Согласно определению первой гипотетической группы, данная группа населения не получает дополнительную радиационную дозу над природным фоном. Вторая гипотетическая группа населения получает дополнительную радиационную дозу от потребления овощей, поливаемых загрязнённой естественными радиоактивными нуклидами (ЕРН) водой. Дополнительная радиационная доза над природным фоном, получаемая второй гипотетической группой населения, составляет 0,08 мЗв/год.

Третья гипотетическая группа населения получает дополнительную радиационную дозу от потребления овощей, поливаемых загрязнённой ЕРН водой, пребывания на территории урановых отвалов и употребления загрязненной воды. Дополнительная радиационная доза над природным фоном, получаемая третьей гипотетической группой населения, составляет 2,7 мЗв/год.

Таблица 3 – Вклад различных радиационных факторов в дополнительную годовую дозу облучения (мЗв/год), получаемую гипотетическими группами населения

Группа	МЭД хвостохранилищ	МЭД урановых отвалов	Овощи*	Молоко**	Мясо***	Вода	Сумма
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0,088	0	0	0	0,08
3	0	1,299	0,088	0	0	1,320	2,7
4	1,076	1,299	0,088	0,020	0,011	1,320	3,8

Примечание: *овощи, поливаемые загрязнённой ЕРН водой;
 **загрязнённое молоко в результате водопоя коров из дренажей;
 ***загрязнённое мясо в результате водопоя скота из дренажей.

Четвертая гипотетическая группа населения получает дополнительную радиационную дозу от потребления овощей, поливаемых загрязнённой ЕРН водой, пребывания на территории урановых отвалов, хвостохранилищ, употребления загрязнённой воды, молока и мяса. Дополнительная доза, получаемая четвертой гипотетической группой населения, составляет 3,8 мЗв/год.

Основной вклад в дополнительную дозу облучения, получаемую населением, проживающим вблизи радиоактивных хвостохранилищ, отвалов и уранового карьера, вносят внешнее облучение во время пребывания на территории урановых отвалов и хвостохранилищ и внутреннее облучение за счет употребления загрязнённой ЕРН воды.

МОНИТОРИНГИ РАДИАЦИОННИИ МАҲФУЗГОҶҶОИ УРАНИИ ТОҶИКИСТОН

С.М. Бахронов, М.М. Хакдодов, М.З. Ахмедов, Е.Ю. Малышева, Х.М. Назаров

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиационӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Дар мақола арзёбии хатари эҳтимолии маҳфузгоҳҳо барои аҳолие, ки дар атрофи онҳо истиқомат мекунанд, оварда шуда, аҳолии он ба якчанд гурӯҳҳои фарзиявӣ ҷудо карда шудааст.

Калидвожаҳо: *мониторинг, маҳфузгоҳҳо, радиатсия, гурӯҳҳои фарзиявӣ, дозаи шуоъхӯрӣ.*

RADIATION MONITORING OF URANIUM TAILS OF TAJIKISTAN

S.M. Bahronov, M.M. Khakdodov, M.Z. Akhmedov, E.Yu. Malysheva, Kh.M. Nazarov

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
info@cbrn.tj*

In this paper, an assessment of potential hazard of tailings for the population living around them is given, population were divided into several hypothetical groups.

Key words: *monitoring, tailings, radiation, hypothetical groups, exposure dose.*



ТЕРМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УРАНИЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

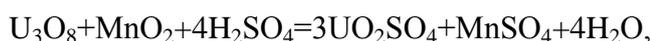
Дж.Н. Эшов, Ф.А. Хамидов, Ф.дж. Саломов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе Республика Таджикистан, eshov27@mail.ru*

В работе приведены сведения о процессе дегидратации уранилацетата и разложении уранилсульфата, полученные методом дифференциально-термического анализа (ДТА) и дана сравнительная характеристика их распада методами ДТА и тензиметрии. Из дериватограмм, приведённых в работе, видны эндоэффекты процессов дегидратации и разложения соли уранила. Наблюдается разложение индивидуального соединения UO_2SO_4 . Изучены термодинамические свойства нитрата тория методом калориметрии.

Ключевые слова: уранилацетат, уранилсульфат, термическое разложение, термограмма, тензиметрия, температурный интервал, термодинамика, калориметрия.

При технологической переработке отходов урановой промышленности и урансодержащих минеральных руд основными промежуточными продуктами являются гидраты ураниловых соединений. В большинстве случаев сульфатные растворы уранила являются исходными в гидрометаллургическом переделе: образуются из рудных концентратов в результате кислотного выщелачивания урана:



где в качестве окислителя применяют природный минерал пиролюзит, являющийся сильным окислителем, который содержит около 60% MnO_2 .

Растворы уранилсульфата также образуются в результате подземного выщелачивания урана серной кислотой («продуктивные растворы»). В настоящее время при наличии соответствующих геохимических условий данный метод добычи урана считается наиболее перспективным [1].

Исходя из этого, изучение физических и химических свойств ураниловых соединений является актуальной задачей.

Уранил-ион значительно сильнее склонен к комплексообразованию в сульфатных средах, по сравнению с азотнокислыми. Например, в кислых средах при pH, равном 1-2, образуются прочные три- и дисульфатные анионные комплексы $\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3$ и $\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2$, которые хорошо экстрагируются аминами и сорбируются на анионитах и хорошо диссоциируют, в отличие от оксолатых, карбонатных и ацетатных комплексов. Это свойство широко применяется в промышленности для экстракционного и сорбционного выделения урана из продуктивных растворов подземного выщелачивания, пульп, растворов и для аффинажа [2, 3].

Соли уранила (нитрат, сульфат, ацетат и др.) в водных растворах подвержены неполной диссоциации. Их можно расположить в следующий ряд в порядке увеличения степени диссоциации:



В сильно концентрированных растворах коэффициент активности уранил-иона достигает громадных величин.

В настоящей работе приведены результаты рентгенографического фазового анализа (РФА) и термического распада кристаллогидратов солей уранила (нитрата, сульфата и ацетата) методом ДТА и тензиметрическим методом.

Проведение рентгенофазового анализа было осуществлено на дифрактометре с рентгеновским излучением «XRDynamic 500» от фирмы “Anton Paar”. РФА уранилацетата был проведён для подтверждения состава исследуемого образца. Результаты изучения РФА уранилацетата представлены на рисунке 1. Как видно из диаграммы, исследуемый образец в основном состоит из двухводного уранилацетата.

Для изучения процесса дегидратации уранилацетата и уранилсульфата методом дифференциально-термического анализа (ДТА) в работе использовали дериватограф «Labsys Evo 1600» фирмы Setaram (рисунки 2 и 3).

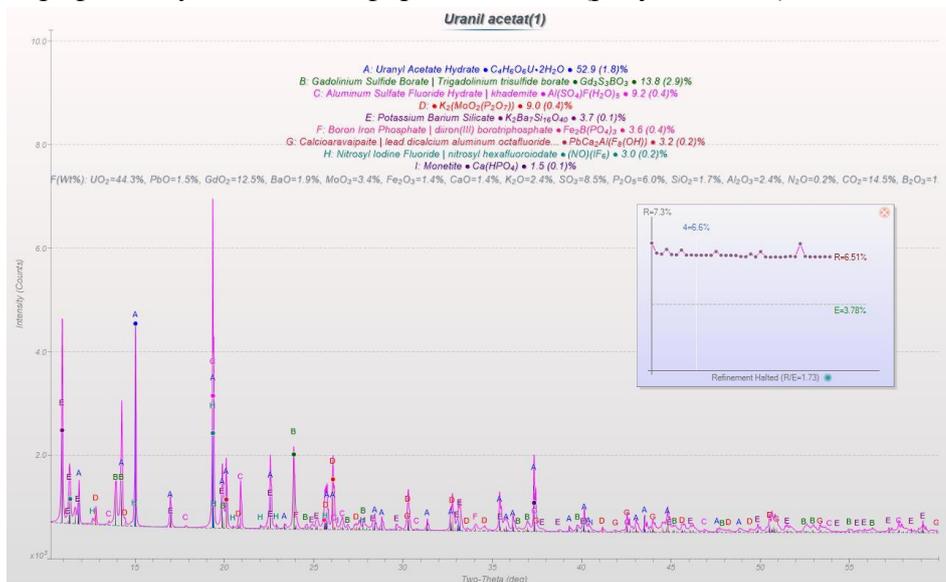


Рисунок 1 - РФА уранилацетата.

Как видно из рисунка 2, на термограмме дегидратации уранилацетата обнаруживаются следующие эффекты: эндоэффект при 144°C характеризует удаление одного моля гидратированной воды и при 341°C, по-видимому, свидетельствует об удалении остаточной воды. Как видно из рисунка 2, результаты исследований, полученных методом ДТА, близки к результатам тензиметрических исследований [4].

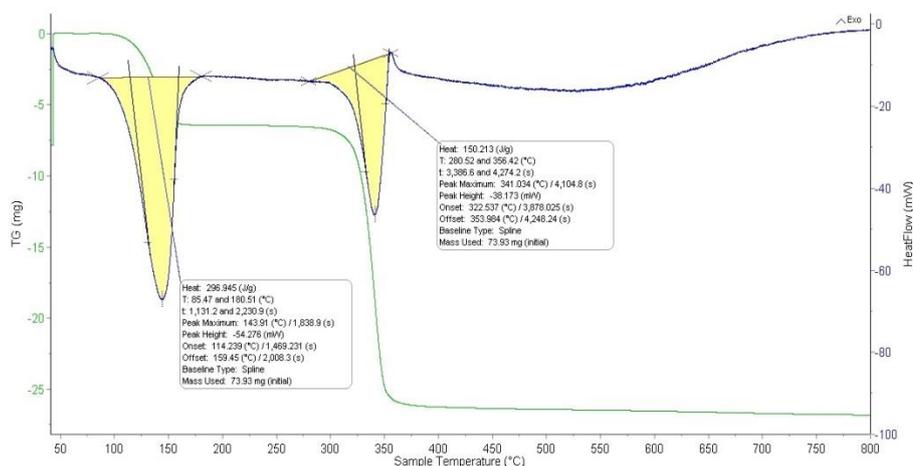


Рисунок 2 - Дериватограмма уранилацетата с указанием тепловых эффектов (нагрев до 800°C, при скорости 10 К/мин в течении 150 мин).

На рисунке 3 приведена дериватограмма дегидратации уранилсульфата с указанием тепловых эффектов до 1000°C, при скорости 15 К/мин в течении 90 мин. Как видно из дериватограммы дегидратации уранилсульфата, обнаруживаются следующие эффекты: эндоэффект при 152°C - характеризует удаление одного моля гидратированной воды и при 337°C, по-видимому, свидетельствует об удалении

остаточной воды, а также эндоэффект при 625°C свидетельствует о разложения уранилсульфата по схеме:

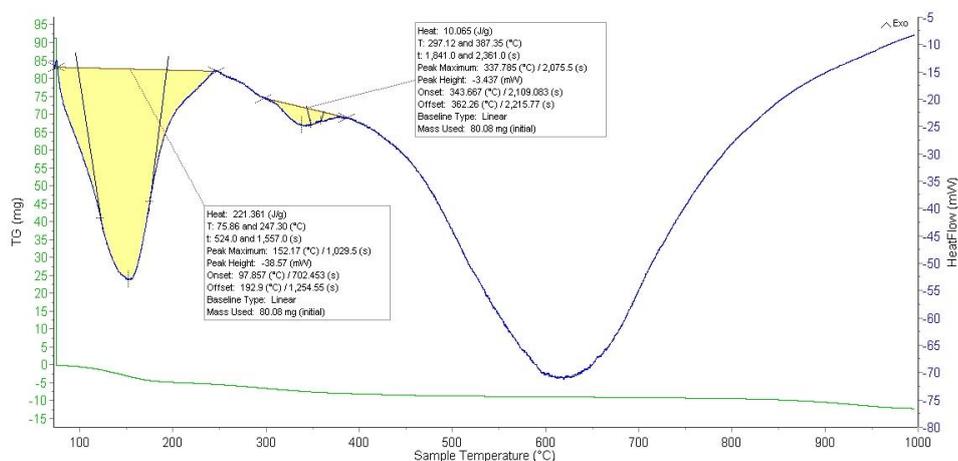


Рисунок 3 - Дериватограмма уранилсульфата с указанием тепловых эффектов (нагрев до 1000°C, при скорости 15 К/мин в течении 90 мин).

Сравнения результаты дегидратации уранилацетата и уранилсульфата методом ДТА и тензиметрическим методом, можно обобщить, что наблюдается некоторое расхождение в температурах разложения образцов, которое может быть связано с условиями равновесия при тензиметрии и скоростью нагрева при ДТА [5].

Таким образом, данные ДТА и тензиметрии при распаде образцов уранилацетата и уранилсульфата практически совпадают. Эти данные показывают, что на первой стадии распада происходит дегидратация этих солей, затем наблюдается их распад.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хамидов, Ф.А. Физико-химические основы выделения уранового концентрата из отходов и термодинамические характеристики торий-урановых соединений: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ф.А. Хамидов. - Душанбе, 2017. - 29 с.
2. Подземное выщелачивание полиэлементных руд / Под ред. акад. Н.П. Лаверова. - М.: Изд-во Академии горных наук, 1998. - 446 с.
3. Шаталов, В.В. История подземного и кучного выщелачивания урана и перспектива дальнейшего развития направления в России / В книге: Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и других металлов. - В 2-х т. - Т.1: Уран / В.В. Шаталов / Под ред. М.И. Файзуллина. - М.: Руда и металлы, 2005. - С. 15-22.
4. Процессы дегидратации и термического разложения кристаллогидратов уранилсульфата и пентагидратонитрата тория (4) / У.М. Мирсаидов, Ф.А. Хамидов, Ф.Д. Саломов, Д.Д. Камолов // VI Международная

научно-практическая конференция «Перспективы развития науки и образования». - Душанбе, ТТУ, 2012. - Ч. 2. – С. 154-156.

УСТУВОРИИ ҲАРОРАТӢ ВА ХОСИЯТҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ УРАНИЛӢ

Ҷ.Н. Эшов, Ф.А. Ҳамидов, Ф.Ҷ. Саломов, А. Бадалов, У.М. Мирсаидов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, eshov27@mail.ru*

Дар мақола маълумот дар бораи раванди дегидрататсияи уранилатсетат ва таҷзияи уранилсулфат бо усули таҳлили дифференсиалии термикӣ (ДТА) ва тавсифи муқоисавии таҷзияи онҳо тавассути усули ДТА ва тензиметрия оварда шудааст. Аз дериватограммаҳое, ки дар мақола оварда шудаанд, эндоэффектҳои равандҳои хушкшавӣ ва таҷзияи намаки уранил аён мегардад. Таҷзияи пайвастагии хоси UO_2SO_4 мушоҳида мешавад. Хусусиятҳои термодинамикии нитрати торий бо усули калориметрия омӯхта шуданд.

Калидвожаҳо: уранилатсетат, уранилсулфат, таҷзияи ҳароратӣ, термограмма, тензиметрия, фосилаи ҳарорат, термодинамика, калориметрия.

THERMAL STABILITY AND THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF URANIL COMPOUNDS

J.N. Eshov, F.A. Homidov, F.Y. Salomov, A. Badalov, U.M. Mirsaidov

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the NAST,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, eshov27@mail.ru*

The paper presents information on dehydration process of uranyl acetate and decomposition of uranyl sulfate by means of differential thermal analysis (DTA) method and a comparative characteristic of their decomposition by DTA and tensimetry is given. Based on derivatograms given in the work, the endoeffects of dehydration processes and decomposition of uranyl salt are visible. Decomposition of individual compound UO_2SO_4 is observed. The thermodynamic properties of thorium nitrate were studied by means of calorimetry method.

Key words: uranyl acetate, uranyl sulfate, thermal decomposition, thermogram, tensimetry, temperature interval, thermodynamics, calorimetry.



РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФТИ

Р. Бахромзод, Ф. Холмуродов

*Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, rbd-tnu@mail.ru, fitratk@mail.ru*

Радиоэкологические исследования в жизни граждан Таджикистана имеют большое значение в плане радиационной безопасности, так как они позволяют оценивать уровень последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды, а также разрабатывать меры по защите населения и природных ресурсов от неблагоприятного воздействия ионизирующих излучений.

***Ключевые слова:** радиоэкологические исследования, радиоактивность, охрана окружающей среды, радиоизотопы.*

Одним из ведущих центров по проведению радиоэкологических исследований в Таджикистане является Международный центр ядерно-физических исследований (МЦЯФИ) Физико-технического института имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана. Международный центр ядерно-физических исследований (МЦЯФИ) начал свою деятельность в 1960-х годах, когда при отделе физики и математики АН РТ были организованы группа космических лучей и лаборатории прикладной ядерной физики и активационного анализа. Эти научные подразделения занимались изучением ядерных реакций, космических лучей, радиоактивности, нейтронной физики и других областей ядерной науки. В 1978 году они были объединены в Отдел ядерных исследований при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова АН РТ, который в 1988 году был реформирован в Ядерно-физический центр. В 1993 году к центру присоединился Международный центр космических исследований, который специализировался на изучении космических лучей и их взаимодействия с атмосферой и магнитным полем Земли. В 2005 году Ядерно-физический центр получил своё нынешнее название - Международный центр ядерно-физических исследований (МЦЯФИ), отражающее его международный статус и широкий спектр научных интересов [1].

В этом направлении сотрудники МЦЯФИ за годы независимости получили поддержку, финансированы и выполнены более 10 проектов, в том числе 5 госбюджетных проекта, 5 проектов по линии МНТЦ, и один проект Президентского фонда фундаментальных исследований. Практически все проекты были направлены на исследования в области радиационной экологии, здравоохранения и охраны окружающей среды:

1. Госбюджетный проект «Исследование влияния загрязнения ледников вследствие переноса микро- и макроэлементов горными реками (на примере бассейна реки Варзоб)», 2004-2008 годы, научный руководитель – ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н. Джураев А.А., финансирование – проект завершён [2].

2. Госбюджетный проект «Разработка системы радиозэкологического мониторинга радона и других радиоактивных изотопов в центральной части Таджикистана», 2009-2013 годы, научный руководитель – ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н., доцент Буриев Н.Т., финансирование – 683888 сомони, проект был профинансирован на ½, завершён [3].

3. Госбюджетный проект 0114 ТД 00384 «Радионуклиды в пищевых дикорастущих растениях Таджикистана», 2014-2018 годы, научный руководитель – ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н., доцент Буриев Н.Т., финансирование – 683888 сомони, завершён.

4. Госбюджетный проект 0119 ТД 00991 «Особенности переноса, осаждения и накопления техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды в условиях высокогорья Таджикистана», 2019-2023 годы, научный руководитель – ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н., Холмуродов Ф., финансирование – 1 297 905 сомони, проект действующий.

5. Проект МНТЦ Т-1000 «Радиоактивное загрязнение рек Центральной Азии», 2006-2007 годы, менеджер проекта - ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н. Джураев А.А., финансирование - 170400 долларов США, проект завершён.

6. Проект МНТЦ Т-1157 «Моделирование и исследование характеристик твёрдотельных конверторов нейтронного излучения для увеличения эффективности регистрации детекторов излучения», 2005-2008 годы, менеджер проекта - ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н. Абдушукуров Д.А., финансирование - 309857 долларов США, проект завершён.

7. Проект МНТЦ Т-1163 «Радиоактивное загрязнение рек Центральной Азии (продолжение проекта Т-1000)», 2007-2009 годы, менеджер проекта - ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н. Джураев А.А., финансирование – 314868 долларов США, проект завершён.

8. Проект МНТЦ Т-1082 «Захоронение радиоактивных отходов в Таджикистане», 2005 г., менеджер проекта - ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н. Абдушукуров Д.А., финансирование – 30000 долларов США, проект завершён.

9. Проект МНТЦ Т-1082.2 «Инспекция Республиканского пункта захоронения радиоактивных отходов с целью выработки предложений по его реабилитации», ноябрь 2006 – май 2007 годы, менеджер проекта - ВНС, к.ф.-м.н. Абдушукуров Д.А., финансирование – 40000 долларов США, проект завершён;

10. Проект МНТЦ Т-1082.3 «Инспекция Республиканского пункта захоронения радиоактивных отходов с целью разработки технического решения по его реабилитации», 2009-2011 годы, менеджер проекта - ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н., доцент Буриев Н.Т., финансирование – 123330 долларов США [4];

11. Проект Президентского фонда фундаментальных исследований №010111Д099 «Изучение миграции радионуклидов из хранилища твёрдых радиоактивных отходов в окружающую среду», 2012-2014 годы, научный руководитель – ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н., доцент Буриев Н.Т., финансирование – 20000 сомони, проект завершён.

Одним из грандиозных экспериментов, в котором участвовали сотрудники МЦЯФИ, является Международный эксперимент «НАВРУЗ» [5]. В этом эксперименте участвовали ученые из стран Центральной Азии: Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана. Эксперимент проводился под эгидой Сандийских лабораторий США. Целью эксперимента являлось радиоэкологическое и геохимическое изучение качества вод в трансграничных реках Центральной Азии. Исполнителями данного эксперимента со стороны МЦЯФИ были А.А. Джураев (руководитель таджикской группы), Д.А. Абдушукуров, Т. Давлатшоев, Ан.А. Джураев, А.Н. Исламов, О.А. Бурханов и З. Низаметдинова [6]. Основные результаты эксперимента «НАВРУЗ» приведены в работах [7] и [8].

Следует отметить отважную работу сотрудников МЦЯФИ по ликвидации последствий крупной радиационной аварии, произошедшей в г. Душанбе на территории «Главтаджикгидромета» в 1998 году. На угольном складе "Главтаджикгидромета" сотрудниками МЧС случайно были найдены четыре радиоизотопных генератора (РИТЭГ), причём один из них оказался в разобранном виде. Несведущие люди пытались разобрать его на металлолом, сняв корпус, в результате чего радиоактивное излучение составляло 180 микрозиверт/ч на расстоянии 1 м от источника. Организатором и руководителем работ по ликвидации последствий этой крупной радиационной аварии являлся известный таджикский учёный в области ядерной физики, ведущий научный сотрудник МЦЯФИ ныне покойный Акрам Джураев. Решением Правительства республики исполнители этой работы были приравнены по статусу к ликвидаторам Чернобыльской катастрофы. Аварийный РИТЭГ был срочно транспортирован в Республиканский пункт захоронения радиоактивных отходов (РПЗО), где был помещен в специально оборудованный бетонный контейнер. Остальные три РИТЭГа были перевезены несколько позже – в 2000 году.

Стоит отметить, что сотрудниками МЦЯФИ были получены очень интересные и значимые результаты, в частности:

- были изучены вопросы загрязнения вод трансграничных рек Средней Азии;
- была исследована степень заиленности дна Кайраккумского водохранилища;
- были изучены основные характеристики водного потока и баланса на реках Сырдарья и Вахш при выходе из водохранилища;
- изучен процесс осаждения радионуклидов в составе пыльных бурь в горных районах Таджикистана;
- проведено полное комплексное радиоэкологическое обследование Республиканского пункта захоронения радиоактивных отходов и на основе полученных результатов разработаны рекомендации по его реабилитации;
- исследованы вопросы миграции космогенного радиоизотопа ^7Be из верхних слоёв тропопаузы и продолжается поиск аномальных зон выпадения радионуклидов в составе воздушного аэрозоля совместно с вертикальными потоками воздуха;

□ исследованы и описаны вопросы миграции радионуклидов из почвы в растения через корневую систему, при этом было обнаружено накопление радионуклидов в листовенной части растений, значительно превышающее их накопление в стволовой и корневой частях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ <https://phti.tj/ru/мцяфи/>
2. Джураев, А.А. Аномальные проявления техногенных радионуклидов в ущелье реки Варзоб / А.А. Джураев, Н.Т. Буриев // Научно-теоретическая конференция «Проблемы физики конденсированных сред», посвященная 80-летию со дня рождения академика А.А. Адхамова. - Душанбе, 2008. – С. 48-49.
3. Госбюджетный проект «РАДОН» / В кн.: «Ядерная физика в Академии наук Республики Таджикистан» / Под ред. Д.А. Абдушукурова и И. Бободжанова. - Душанбе, 2013. - С. 533-536.
4. Буриев, Н.Т. Комплексное радиоэкологическое обследование Республиканского пункта захоронения радиоактивных отходов / Н.Т. Буриев, Н.Н. Буриев, Х.Х. Муминов // Республиканская научно-практическая конференция биологического факультета Таджикского национального университета «Проблемы экологии и бережного использования природных ресурсов», посвящённая 20-летию независимости Республики Таджикистан. - Душанбе, Таджикистан.
5. The Navruz experiment: Cooperative monitoring for radionuclides and metals in Central Asia transboundary rivers / D. Barber, J. Betsill, A. Mohagheghi [et al.] // J. Radioanalytical Nucl. Chem. – 2005. – V. 263. – P. 213-218.
6. Исследования, проведённые в рамках проектов «НАВРУЗ» / Д.А. Абдушукуров, Т. Давлатшоев, Ан.А. Джураев [и др.] / В кн.: «Ядерная физика в Академии наук Республики Таджикистан» / Под ред. Д.А. Абдушукурова и И. Бободжанова. - Душанбе, 2013. - С. 254-287.
7. Абдушукуров, Д.А. Международный эксперимент «НАВРУЗ»: объём исследований таджикской стороны / Д.А. Абдушукуров // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - 2016. - № 1/1 (192). - С. 194-198.
8. The Navruz Project: Transboundary monitoring for radionuclides and metals in Central Asian rivers / H. Passell, D. Barber, D. Betsill [et al.] // SAND Report. – 2003.

БЕХАТАРИИ РАДИАТСИОНӢ ВА ТАДҚИҚОТИ РАДИОӢКОЛОГӢ ДАР ИНСТИТУТИ ФИЗИКАӢЮ ТЕХНИКӢ

Р. Баҳромзод, Ф. Холмуродов

*Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, rbd-tnu@mail.ru, fitratk@mail.ru*

Тадқиқотҳои радиоэкологӣ дар ҳаёти шаҳрвандони Тоҷикистон аз ҷиҳати беҳатарии радиатсионӣ аҳамияти калон доранд, зеро онҳо ба арзёбии сатҳ ва оқибатҳои олудаи радиоактивии муҳити зист имкон дода, инчунин чораҳои муҳофизати аҳолӣ ва захираҳои табииро аз таъсири манфии афканишоти ионофар таҳия намоянд.

***Калидвожаҳо:** тадқиқоти радиоэкологӣ, радиоактивият, ҳифзи муҳити зист, радиоизотопҳо.*

RADIATION SAFETY AND RADIOECOLOGICAL RESEARCH AT PHYSICAL AND TECHNICAL INSTITUTE

R. Bakhromzod, F. Holmurodov

*Physical-Technical Institute. S.U. Umarova NAST, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
rbd-tnu@mail.ru, fitratk@mail.ru*

Radioecological researches are very important for the citizens of Tajikistan in terms of radiation safety, as they allow assess the level and consequences of radioactive contamination for the environment, as well as for developing measures to protect the population and natural resources from the adverse effects of ionizing radiation.

***Key words:** radioecological researches, radioactivity, environmental protection, radioisotopes.*



АППАРАТУРА ДЛЯ ПОИСКА РАДИОАКТИВНЫХ И ДЕЛЯЩИХСЯ Веществ ПРИ ТАМОЖЕННОМ ДОСМОТРЕ БАГАЖА, РАЗРАБОТАННАЯ В ФТИ НАНТ

Д.А. Абдушукуров, Ф. Холмуродов, З. Набиева

*Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, abdushukurov.dj@gmail.com*

В ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ был разработан нейтронный детектор с гадолиниевым конвертором. Он обладал эффективностью регистрации, сравнимой с ^3He и позволял получать пространственное разрешение лучше 1 мм.

Единственным недостатком по сравнению с конверторами на основе ^3He является невозможность гамма-нейтронной сепарации событий, что зачастую и не требуется для решения ряда задач. На основе подобных детекторов могут быть разработаны томографы и сканеры для решения задач по нейтронографии, в том числе для поиска взрывчатых, наркотических и делящихся веществ.

Ключевые слова: нейтронный детектор, гадолиниевый конвертор, нейтронография, тепловые нейтроны.

Методы нейтронно-графических исследований, в частности трансмиссионной и эмиссионной томографии могут найти широкое применение для целей таможенного досмотра грузов и багажа. Эмиссионная томография может применяться для поиска делящихся веществ. Трансмиссионная томография дополнительно может применяться для поиска веществ, содержащих изотопы с высоким сечением взаимодействия с нейтронами, а также легких водородосодержащих материалов, составляющих основу наркотических и большинства взрывчатых веществ.

В США была принята национальная программа по оснащению морских портов во всем мире нейтронными сканерами для предотвращения случаев контрабандной перевозки ядерных бомб и возможности использования их в крупных городах. На программу было выделено 230 миллионов долларов США и предполагалось изготовить 1300-1400 сканеров по цене 800 тыс. долларов. Однако программа столкнулась с трудностью, а именно с дефицитом и высокой ценой на газовый конвертор на основе ^3He . За короткое время цена на ^3He возросла в 20 раз со 100 до 2000 долларов.

Дефицит газа ^3He и его завышенная цена подтолкнули к поиску и использованию других нейтронных конверторов, и в том числе, твёрдотельных. Среди твёрдотельных конверторов особо выделяются гадолиний и его 155 и 157-ые изотопы. На основе многоступенчатой лавинной камеры разработан двумерный позиционно-чувствительный детектор тепловых нейтронов с гадолиниевым конвертором. Проведено математическое моделирование характеристик плёночных конверторов тепловых нейтронов, изготовленных из гадолиния. Нейтронные детекторы с гадолиниевыми конверторами в ряде случаев могут с успехом заменить детекторы с ^3He . Они обладают эффективностью регистрации сравнимой с ^3He и позволяют получать пространственное разрешение лучше 1 мм. Подобные детекторы могут быть использованы при разработке томографов и сканеров для решения задач по нейтронографии, в том числе поиска взрывчатых, наркотических и делящихся веществ.

**ТАҶҲИЗОТ БАРОИ ҶУСТУҶӢИ МОДДАҲОИ РАДИОАКТИВӢ ВА
ТАҚСИМШАВАНДА ҲАНГОМИ АЗНАЗАРГУЗАРОНИИ ГУМРУКИИ
БАҶОҶ, КИ ДАР ИНСТИТУТИ ФИЗИКАӢ ТЕХНИКАӢ БА НОМИ
С.У.УМАРОВ ТАҲИЯ ШУДААСТ**

Ҳ.А. Абдушукуров, Ф. Холмуродов, З. Набиева

*Институтуи физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, abdushukurov.dj@gmail.com*

Дар ИФТ ба номи С.У. Умарови АМИТ детектори нейтронӣ бо табдилдиҳандаи гадолиний таҳия карда шудааст. Он дорои самаранокии бақайдгирии шабеҳ ба ^3He буда, имконияти қабули фазоии то саҳеҳии 1 мм-ро дошт. Ягона камбудӣ нисбат ба конверторҳои дар заминаи ^3He асосёфта, ин имконнопазирии ҷудокунии ҳодисаҳои гамма-нейтронӣ мебошад, ки аксар вақт барои ҳалли як қатор масъалаҳо талаб карда намешавад. Дар асоси ин гуна детекторҳо барои ҳалли проблемаҳои нейтронография, аз ҷумла барои ҷустуҷӯи моддаҳои тарканда, дору ва моддаҳои ҷудошаванда томограф ва сканерҳо сохтан мумкин аст.

***Калидвожаҳо:** детектори нейтронӣ, табдилдиҳандаи гадолиний, нейтронография, нейтронҳои гармӣ.*

**EQUIPMENT FOR SEARCHING RADIOACTIVE AND NUCLEAR
MATERIALS DURING CUSTOMS SCREENING OF BAGGAGE DEVELOPED
AT FTI NANT**

D.A. Abdushukurov, F. Holmurodov, Z. Nabieva

*Physical-Technical Institute. S.U. Umarova NAST,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, abdushukurov.dj@gmail.com*

The neutron detector with a gadolinium converter has been elaborated in the S.U. Umarov Physical and Technical Institute of NAST. It has a detection efficiency comparable to ^3He and allows to obtain a spatial resolution better than 1 mm. The only drawback, as compared to converters based on ^3He , is the impossibility of gamma-neutron separation of events, which is often not required for solving a number of problems. On the basis of such detectors, tomographs and scanners can be developed to solve problems in neutronography, including the search for explosive, narcotic and nuclear materials.

***Key words:** neutron detector, gadolinium converter, neutron diffraction, thermal neutrons.*



ТЕМАТИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ – ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Б.Б. Баротов, М.З. Ахмедов, А.И. Музафаров, И. Мирсаидзода

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной
безопасности НАНТ, г. Душанбе, Республика Таджикистан, b.barotov@cbrn.tj*

Обеспечение безопасности при использовании химических веществ, а также их сохранность являются основой химической безопасности. Создание законодательных основ и классификации химических веществ - главные шаги по регулированию и обращению с химически опасными веществами и токсинами. Контроль применения различных химических веществ в народном хозяйстве требует координации регулирующих органов Республики Таджикистан.

Ключевые слова: химические вещества, безопасность, классификация, регулирование, законодательство.

Химические вещества широко применяются в различных отраслях экономики, которые приносят пользу в развитии экономики и социального обеспечения населения страны. Однако обеспечение безопасного использования химических веществ является не простой задачей. В зависимости от категории химических веществ, а также их классификации применяются разные требования безопасности к ним. Регулирование использования химических веществ в стране требует координации различных министерств и ведомств, под которыми находятся сферы их использования: промышленность, медицина, сельское хозяйство, горнорудная добыча, энергетика, образование, наука и другие [1].

В настоящее время одной из основных угроз для здоровья населения и окружающей среды Республики Таджикистан являются стойкие органические загрязнители (СОЗ) в виде использования старых пестицидов, оборудования, содержащего полихлорированные дифенилы (ПХД), неразделяемые на фракции сбор и последующая переработка отходов, сжигание бытовых, промышленных и медицинских отходов, являющихся источником образования диоксинов, фуранов и др. Остро стоит проблема загрязнения ртутью от вышедших из строя приборов, что приводит к накоплению ртутьсодержащих отходов и их хранению в условиях, не отвечающих санитарным правилам. Не менее серьезна и проблема сбора и переработки электронных отходов. Кроме того, на рынки страны поступают не соответствующие требованиям химической безопасности моющие средства, стройматериалы, продовольственные товары, игрушки и другие предметы

потребления, содержащие опасные химические вещества. Многолетнее не решение этих проблем ведет к угрозе здоровья населения республики [2].

Химическая промышленность в Таджикистане является сравнительно молодой отраслью экономики республики. Она начала интенсивно развиваться с 60-х годов прошлого века на основе имеющихся месторождений минерального сырья, дешевой электроэнергии Нурекской ГЭС, богатейших месторождений соли Ходжа-Мумин и Тутбулак, а также месторождения Пурхурского известняка. Сочетание этих ресурсов позволило построить крупные предприятия по производству хлорсодержащей продукции и дезинфицирующих веществ, аммиака и азотных удобрений.

Наиболее крупными предприятиями химической отрасли республики являются АО «Таджикхимпром», СП «ТаджикАзот», АО «Намаки Ёвон», АО «Химзавод», АО «Тамохуш ИГМЗ», ГУП «Заря Востока», ГУП «Галко», Яванский завод по производству криолита и другие.

Таджикские предприятия данной отрасли выпускают резинотехнические изделия, респираторы, линолеумы, пластмассовые трубы и тары, лекарства, лакокрасочную продукцию, силикатные краски, жидкое стекло, товары бытовой химии, каустическую соду, технические соли стронция, реактивные соли стронция, промышленные взрывчатые вещества и другие химикаты.

В республику из продукции химической промышленности в основном завозятся: оксид алюминия, фториды, фторосиликаты, цианиды, карбонаты, силикаты, лекарственные средства, удобрения минеральные азотные, фосфорные, калийные, нефтепродукты, портландцемент, пек и кокс пековый, азотные удобрения, краски и лаки, шины пневматические, аккумуляторы, спирт этиловый, краски, лаки синтетические, чистящие средства, взрывчатые вещества, инсектициды, антифризы, растворители, разбавители и др. Из продукции химической промышленности наиболее крупным в стоимостном выражении является импорт нефтепродуктов. Из республики вывозятся недргоценные металлы, минеральные продукты, текстильные материалы и др. В связи с вступлением Таджикистана в ВТО, в стране наблюдается ускорение предпринимательской деятельности, направленной на экспорт выпускаемой продукции.

В Республике Таджикистан для осуществления межведомственной координации государственных органов по химической безопасности создан Межведомственный комитет по химической безопасности (Химкомиссия РТ). В полномочия этой комиссии входят: проведение анализа проблем по химическим загрязнителям; разработка предложений правительству по решению стратегических проблем в сфере химической безопасности; выполнение требований и совершенствование механизмов обработки химических веществ и биологических препаратов; соблюдение нормативов и законодательных актов по химической безопасности. Межведомственный комитет имеет также право утверждать «Перечень химических веществ и биологических препаратов, разрешенных к применению в Республике Таджикистан», вводить изменения и дополнения к перечню химических веществ.

В Законе Республики Таджикистан «О производстве и безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» обозначено, что имеется Государственный Каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Республики Таджикистан. Государственный Каталог должен создаваться специально уполномоченным государственным органом, осуществляющим организацию регистрационных испытаний и государственную регистрацию пестицидов и агрохимикатов. Создание такого каталога требует огромных усилий соответствующих органов. На данный момент в лабораториях при Министерстве сельского хозяйства используют Список химических препаратов для обработки животных против насекомых и клещей от 21 августа 1979 г. Имеется Постановление Правительства Республики Таджикистан от 29 декабря 2003 г. «Об утверждении Перечня сильнодействующих веществ и Перечня ядовитых веществ». Однако данный Перечень не охватывает все вещества.

В настоящее время в Таджикистане в сфере управления отходами отсутствуют:

- достоверная информация об объёмах и видах отходов;
- классификации и каталоги видов отходов;
- форма статистической отчётности и порядок ее предоставления;
- механизмы сортировки, сбора и утилизации отходов;
- механизмы хранения, использования, захоронения и утилизации жидких отходов;
- механизмы вторичной обработки отходов;
- правила строительства и эксплуатации полигонов по хранению отходов.

Анализ состояния управления отходами, в том числе опасными в Таджикистане показывает, что требуется существенная доработка во всех сферах управления отходами. Существующая законодательная база республики требует совершенствования и подкрепления комплексным использованием всех механизмов управления отходами и ресурсосбережения.

Кроме того, в законодательную базу Республики Таджикистан необходимо включить механизмы применения положений Конвенции о запрете химического оружия, на его основе создать национальный список химических веществ, относящихся к химическому оружию и его прекурсоров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кучменко, Т.А. Современная химия и химическая безопасность / Т.А. Кучменко, В.В. Разуваев, Э.М. Ривин. – Воронеж, 2019. - 173 с.
2. Национальный отчет по состоянию дел в Республике Таджикистан по Национальному плану действий по выполнению резолюции Совета безопасности ООН 1540 (2004). – Душанбе, 2020. - 24 с.

ФАЪОЛИЯТИ ҚОНУНГУЗОРӢ ВА ТАШКИЛОТӢ ДАР СОҲАИ БЕХАТАРИИ ХИМИЯВӢ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Б.Б. Баротов, М.З. Ахмедов, А.И. Музафаров, И. Мирсаидзода

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, b.barotov@cbrn.tj*

Таъмини беҳатарӣ зимни истифодаи маводи химиявӣ, инчунин муҳофизати онҳо асоси беҳатарии химиявӣ мебошад. Таъсиси заминаи ҳуқуқӣ ва таснифи моддаҳои химиявӣ ин қадамҳои асосии танзим ва муомилот бо моддаҳои хатарноки химиявӣ ва токсинҳо мебошанд. Назорати истифодаи моддаҳои гуногуни химиявӣ дар хоҷагии халқ ҷамоҳангии мақомоти танзимкунандаи Ҷумҳурии Тоҷикистонро талаб мекунад.

Калидвожаҳо: моддаҳои химиявӣ, беҳатарӣ, тасниф, танзим, қонунгузорӣ

LAGISLATIVE AND ORGANIZATIONAL ACTIVITY IN THE FIELD OF CHEMICAL SAFETY IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

B.B. Barotov, M.Z. Akhmedov, A.I. Muzafarov, I. Mirsaidzoda

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
b.barotov@cbrn.tj*

Ensuring safety of using chemicals, as well as their physical protection, are the basis of chemical safety and security. Establishing the legal framework and classifying chemicals are the main steps in the regulation and management of chemically hazardous substances and toxins. The control of the use of various chemicals in the national economy requires the coordination of the regulatory bodies of the Republic of Tajikistan.

Key words: chemicals, safety, classification, regulation, legislation.



ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

И. Мирсаидзода, М.З. Ахмедов, А.И. Музафаров

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАНТ, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

В статье приведена актуальность проблем в области биологической безопасности, а также организационная и научная деятельность в этой области. Отражены основные нормативные правовые акты в области обеспечения

биологической безопасности и защиты, проблемы, связанные с учётом и контролем, ввозом, вывозом и транзитом контролируемых биологические агентов и токсинов, а также физическая защита потенциально опасных биологических объектов.

Ключевые слова: биологическая безопасность, контролируемые биологические агенты, законы, физическая защита, биологический риск, транзит, учёт и контроль, уполномоченный орган.

Обеспечение биологической безопасности является одной из принципиальных составляющих общей системы безопасности, обеспечивающей стабильное развитие государств. В настоящее время в мире сохраняется устойчивая тенденция к росту количества угроз биологического характера, что может приводить к осложнению санитарно-эпидемиологической обстановки, возникновению чрезвычайных ситуаций в области общественного здравоохранения санитарно-эпидемиологического характера [1].

Новые биологические угрозы могут возникать в результате воздействия ряда факторов, таких как:

- глобализация в различных областях человеческой деятельности;
- изменение свойств и форм возбудителей инфекционных болезней, изменение ареала обитания носителей и переносчиков в связи с изменением климата и в результате природных катастроф;
- урбанизация, усиление антропогенного воздействия на природу и как следствие – усиление контакта человека с дикой природой;
- появление новых инфекций, вызываемых неизвестными патогенами;
- возвращение старых, забытых инфекционных болезней;
- распространение актуальных инфекционных болезней на новые территории;
- распространение антимикробной резистентности, рост эпидемиологической значимости условно-патогенных микроорганизмов и другие.

В настоящее время не теряют актуальности все известные риски в области глобальной биологической безопасности. Также сохраняются риски возникновения чрезвычайных ситуаций биологического характера международного значения вследствие стихийных бедствий, техногенных катастроф, актов биологической агрессии с применением определённых рецептур патогенных биологических агентов. В ответ на современные биологические угрозы необходимо совершенствовать систему адекватного и своевременного противодействия [1].

В целях предотвращения распространения инфекционных заболеваний и биологического оружия в частности, в 2005 году Таджикистан ратифицировал Конвенцию о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (КБТО), а также подписал множество соглашений в рамках международного и регионального сотрудничества [2]:

- Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии от 29.01.2000 г.

- Соглашение о сотрудничестве в области санитарной охраны территорий государств - участников Содружества Независимых Государств от 28.05.2021 г. и Среднесрочный план совместных действий по борьбе с инфекциями от 28.05.2021 г.

- Соглашение о взаимодействии министерств обороны государств - участников Содружества Независимых Государств в области контроля радиационной, химической и биологической обстановки от 14.11.2008 г.

- Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики, Правительством Республики Таджикистан и Правительством Республики Узбекистан от 26.06.1998 г. «О сотрудничестве в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения государств - членов Договора о создании единого экономического пространства».

- Меморандум о взаимопонимании между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Таджикистан от 17.04.2019 г. по вопросам обеспечения биологической безопасности.

- Соглашение о сотрудничестве государств - членов Организации Договора о коллективной безопасности в области обеспечения информационной безопасности от 30.11.2017 г.

С целью координации деятельности министерств и ведомств по реализации Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (КБТО), в 2019 году Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 134 от 29 марта 2019 года Агентство по ядерной и радиационной безопасности было назначено в качестве национального координирующего органа. Агентством был проведен анализ законодательной базы страны в области обеспечения биологической безопасности и защиты и сравнение их с требованиями КБТО, Кодекса Алиментариуса и Международного медико-санитарного правила. Были выявлены ряд моментов, которые требовали гармонизации их с Международными требованиями и рекомендациями.

Было определено, что действующий Закон Республики Таджикистан «О биологической безопасности» № 88 от 01.03.2005 г. регулирует только генетически модифицированные организмы, который не может охватить основные моменты биологической безопасности и биологической защиты [3].

С этой целью специалистами Агентства был разработан проект Закона Республики Таджикистан «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты», который был принят за № 1759 от 25.01.2021 г. В этом законе в качестве мер по снижению биологических рисков указаны запрещающие положения, а именно: запрещение несанкционированной деятельности, связанной с контролируруемыми биологическими агентами и токсинами. Кроме того, юридическим лицам и негосударственным субъектам запрещается производить,

приобретать, обладать, разрабатывать, перевозить, передавать или применять биологическое или токсинное оружие, а также строить и приобретать объекты, предназначенные для производства биологического или токсинного оружия. В целях предотвращения террористических угроз регламентировано усиление пограничного контроля над контролируруемыми биологическими агентами и токсинами, оборудованием и технологиями двойного назначения [4].

На основе Закона Республики Таджикистан «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты» были разработаны и приняты следующие подзаконные акты:

- Правила обеспечения физической защиты потенциально опасных биологических объектов в зависимости от степени опасности микроорганизмов, утверждённые Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 67 от 26.02.2022 г. [5];

- Порядок организации государственной системы учёта и контроля контролируемых биологических агентов и токсинов и потенциально опасных биологических объектов, утверждённый Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 508 от 25.10.2022 г. [6];

- Порядок ввоза, вывоза или транзита контролируемых биологических агентов и токсинов и оборудования и технологий двойного назначения, утверждённый Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 507 от 25.10.2022 г. [7].

Также специалистами Агентства был подготовлен проект Постановления Правительства Республики Таджикистан «Об определении уполномоченных органов в области обеспечения биологической безопасности и биологической защиты», который находится на стадии утверждения Правительством Республики Таджикистан.

При Агентстве создан отдел химической и биологической безопасности, который помимо разработки нормативных правовых документов, также занимается вопросами научно-исследовательских работ. Отделу подчиняется лаборатория биологической безопасности и лаборатория идентификации продукции двойного назначения. Лаборатория биологической безопасности оснащена некоторыми комплектами оборудования, которые позволяют начинать проведение научных работ. Специалистами отдела разрабатывается проектное предложение в Координационный совет Научно-исследовательских работ Президиума Национальной Академии наук Таджикистана, для проведения научно-исследовательских работ по вопросам изучения трансграничных зоонозных заболеваний.

В современных условиях биологическая безопасность не может быть обеспечена в отдельно взятой стране без международного взаимодействия в этой сфере с зарубежными странами, межправительственными объединениями и международными организациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по законодательному обеспечению санитарно-эпидемиологической (медико-биологической) безопасности государств – членов ОДКБ.
2. Централизованный банк правовой информации «АДЛИЯ». Регистрационный номер 7467580591.
3. Закон Республики Таджикистан от 01.03.2005 г. № 88 «О биологической безопасности».
4. Закон Республики Таджикистан от 25.01.2021 г. № 1759 «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты».
5. ПП РТ № 529 от «Нормы и правила физической защиты потенциально опасных биологических объектов в зависимости от критериев опасности микроорганизмов».
6. ПП РТ «Порядок организации государственной системы учета и контроля контролируемых биологических агентов и токсинов и потенциально опасных биологических объектов».
7. ПП РТ «Порядок ввоза, вывоза или транзита контролируемых биологических агентов и токсинов и оборудования и технологий двойного назначения».

ФАЪОЛИЯТИ ИЛМИЮ ТАШКИЛОТӢ ДАР СОҲАИ БЕХАТАРИИ БИОЛОГӢ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

И. Мирсаидзода, М.З. Ахмедов, А.И. Музафаров

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Дар мақола муҳимияти проблемаҳо дар соҳаи бехатарӣ ва муҳофизати биологӣ, инчунин фаъолияти илмию ташиқотӣ дар ин самт оварда шудааст. Санадҳои асосии меъёрии ҳуқуқӣ дар соҳаи таъмини бехатарӣ ва муҳофизати биологӣ, мушкilotи марбут вобаста ба баҳисобгирӣ ва назорат, воридот, содирот ва транзити агенту токсинҳои биологии назоратиаванда, инчунин муҳофизати ҷисмии объектҳои эҳтимолан хатарноки биологӣ инъикос ёфтаанд.

***Калидвожаҳо:** бехатарии биологӣ, муҳофизати биологӣ, агентҳои биологии назоратиаванда, қонунҳо, муҳофизати ҷисмонӣ, хатарии биологӣ, транзит, баҳисобгирӣ ва назорат, мақоми ваколатдор.*

ORGANIZATIONAL AND SCIENTIFIC ACTIVITY IN THE FIELD OF BIOLOGICAL SAFETY IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

I. Mirsaidzoda, M.Z. Akhmedov, A.I. Muzafarov

Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the NAST, Dushanbe, Republic of Tajikistan, info@cbrn.tj

The article presents the relevance of problems in the field of biological safety and security, as well as organizational and scientific activities in this area. The main regulatory legal acts in the field of ensuring biological safety and security, problems related with accounting and control, import, export and transit of controlled biological agents and toxins, as well as the physical protection of potentially dangerous biological objects are reflected.

Key words: *biological safety, biological security, controlled biological agents, laws, physical protection, biological risk, transit, accounting and control, authorized body.*

О РЕШЕНИЯХ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН (на примере реализации Закона «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты»)

А.З. Суфиев, З.Б. Кавракова

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, z.kavrakova@cbrn.tj

В статье обосновывается актуальность проблем в области биологической безопасности населения и охраны окружающей среды и роль международного сотрудничества в их решении. Выявлено, что национальная система обеспечения биологической безопасности в настоящее время не в полной мере соответствует требованиям международных правовых актов, признанных Республикой Таджикистан. С этой целью в статье представлены основные проблемы и концептуальные подходы к совершенствованию национальной системы нормативного правового регулирования в области обеспечения биологической безопасности населения и охраны окружающей среды и их гармонизации с международными требованиями.

Ключевые слова: *биологическая безопасность, угрозы биологического характера, биологическая защита населения и окружающей среды, законодательная база, развитие нормативного правового регулирования, систематизация нормативно-правовой базы, государственный механизм, государственное регулирование.*

Актуальность проблемы биологической безопасности в современных условиях определяется характером глобальности биологических угроз, которые выходят за пределами научных исследований и проблем общественного здравоохранения, приобретая политическое значение, выдвигают перед человечеством новую задачу - создание системы защиты, основанной на постоянном комплексном мониторинге реально существующих и потенциальных биологических угроз [1]. Реализация комплекса мер, направленных на последовательное снижение негативного воздействия опасных биологических факторов на здоровье населения и окружающую среду до приемлемого уровня риска, предусматривает развитие нормативного правового регулирования в области обеспечения биологической безопасности. Биологическая безопасность определяется состоянием готовности страны к предотвращению угроз биологического характера, путём создания условий для защиты населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных биологических факторов [2]. Создание этих условий невозможно без решения задачи по регулированию отношений, возникающих в области обеспечения биологической безопасности, на законодательной основе, обеспечивающих их реализацию.

Анализ действующей законодательной базы показал, что в настоящее время состояние правового регулирования общественных отношений, возникающих в области обеспечения биологической безопасности, можно охарактеризовать, как разобщённое, не связанное общей правовой платформой регулирование отношений, направленное на решение отдельных вопросов биологической безопасности во всех областях народного хозяйства. При этом возникает необходимость систематизации отдельных правовых норм, затрагивающих вопросы биологической безопасности, исключая дублирование и устранение имеющихся противоречий между ними и установления комплексных мер, необходимых для реализации государственной политики, с использованием инструментов государственного регулирования, в том числе механизма государственного управления.

Эффективность и комплексность решения всей многогранности проблем биологической безопасности достигаются также посредством определённых международных правовых документов, таких, как Конвенция о запрещении биологического и токсинного оружия (КБТО); Резолюция Совета Безопасности ООН 1540 о запрещении оружия массового уничтожения; Международные медико-санитарные правила (ММСП 2005) и Кодекс Алиментариус. Кроме того, основанием для совершенствования законодательной базы Республики Таджикистан в области биологической безопасности также являются «Национальный план действий Таджикистана по выполнению Резолюции 1540 СБ ООН», Программа деятельности Парламентской Ассамблеи Организации Договора о коллективной безопасности по сближению и гармонизации национального законодательства государств – членов ОДКБ на 2021-2025 годы.

С этой целью, была создана межведомственная правительственная рабочая группа из представителей профильных министерств и ведомств для подготовки проекта Закона Республики Таджикистан «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты», охватывающего все проблемы

биобезопасности в широкой их трактовке в соответствии с положениями КБТО, запрещающими использование биологических агентов в качестве биологического оружия [3], и второй частью Резолюции СБ ООН 1540, обязывающей государств-участников принимать и эффективно применять соответствующие законы, запрещающие любому негосударственному субъекту производить, приобретать, обладать, разрабатывать, перевозить, передавать или применять ядерное, химическое или биологическое оружие и средства его доставки, в особенности в террористических целях, равно как и попытки участвовать в любых из вышеупомянутых действий, участвовать в них в качестве сообщника, оказывать им помощь или финансирование [4].

Данный Закон разрабатывался при поддержке Проекта 53 Центра передового опыта Евросоюза по минимизации химических, биологических, радиологических и ядерных рисков (ЕС ЦПО ХБРЯ). Следует отметить, что Проект 53 был реализован в период 2016-2018 гг. и был продлён до 2022 года в связи с усложнением санитарно-эпидемиологической ситуации по распространению пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) во всем мире в 7 странах-партнёрах (*Исламская Республика Афганистан, Республика Казахстан, Республика Кыргызстан, Монголия, Исламская Республика Пакистан, Республика Таджикистан и Республика Узбекистан*) с целью повышения осведомленности заинтересованных сторон по проблемам биобезопасности и биозащиты, содействия региональному сотрудничеству в этой области, обеспечения специализированной подготовки по международным стандартам и оказание помощи странам-партнёрам в осуществлении их международных обязательств [5].

В результате подготовленный межведомственной правительственной рабочей группой проект Закона «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты» после согласования всех установленных государством процедур, был принят Правительством Республики Таджикистан за № 1759 от 29 января 2021 года, ставший первым уверенным шагом по восполнению правового пробела в области обеспечения биологической безопасности с учётом интересов национальной безопасности, общепринятых норм международного права в решения глобальных, национальных и региональных проблем, связанных с биологическими угрозами, а также принятых Республики Таджикистан обязательств в соответствии с международными договорами в этой области.

После принятия указанного Закона Агентством по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ были разработаны подзаконные нормативные правовые акты в рамках его реализации.

1. Нормы и правила физической защиты потенциально опасных биологических объектов в зависимости от критериев опасности микроорганизмов, утверждённые Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 67 от 26 февраля 2022 года, в которых устанавливается порядок классификации контролируемых биологических агентов, токсинов и потенциально опасных биологических объектов.

Следует отметить, что при разработке «Норм и правил физической защиты потенциально опасных биологических объектов в зависимости от критериев

опасности микроорганизмов» была принята классификация контролируемых биологических агентов в соответствии с международной классификацией, рекомендуемой Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) при работе с патогенными биологическими агентами в лабораторных условиях, основанной на группах риска [6].

2. Правила ввоза, вывоза или транзита контролируемых биологических агентов и токсинов, оборудования и технологий двойного назначения, утверждённые Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 507 от 25 октября 2022 года, которые устанавливают требования к порядку ввоза, вывоза и транзита контролируемых биологических агентов и токсинов, их передаче и транспортировке, упаковке, маркировке и сопроводительной документации, как при транспортировке внутри страны, так и зарубежный ввоз и вывоз, осуществляется в соответствии с международными правилами, в том числе в соответствии с рекомендациями ВОЗ по правилам перевозки инфекционных материалов и техническими инструкциями Организации Объединенных Наций по безопасной перевозке опасных грузов.

3. Порядок организации государственной системы учёта и контроля контролируемых биологических агентов, токсинов и потенциально опасных биологических объектов, утверждён Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 508 от 25 октября 2022 года, устанавливает единые требования к системе учёта и контроля контролируемых биологических агентов, (включая возбудителей инфекционных болезней человека и животных I-IV групп риска), токсинов микробного и растительного происхождения и прионов, существующих, как в природе, так и модифицированных методами биоинженерии или полученных искусственным путём. Кроме того, этим документом утверждены формы учёта и контроля и государственный реестр контролируемых биологических агентов и токсинов, а также учёт и контроль потенциально опасных биологических объектов осуществляется в форме ведения Государственного реестра.

4. Положение о Разграничении полномочий органов исполнительной власти в области обеспечения биологической безопасности в Республике Таджикистан *(проект документа находится на стадии рассмотрения в Правительстве Республики Таджикистан)*.

В современных условиях обеспечение биологической безопасности не может быть достигнуто в отдельно взятой стране без международного взаимодействия с зарубежными странами, межправительственными объединениями и международными организациями. На региональном уровне необходимо формировать единую нормативно-правую базу и систему предупреждения и реагирования путём создания унифицированного законодательного механизма и гармонизированных подходов к лабораторной диагностике, осуществлению санитарно-карантинного контроля, ликвидации вспышек опасных инфекций, повышения кадрового потенциала и технической возможности для своевременной индикации и идентификации этиологических факторов инфекционных заболеваний, а также минимизации угроз биологического характера, имеющих международное значение.

Таким образом, для дальнейшего усовершенствования нормативно-правовой базы страны необходимо создать постоянно действующую межведомственную рабочую группу по продолжению работы над подготовкой нормативных документов до полной реализации основных положений Закона РТ «Об обеспечении биологической безопасности и биологической защиты», в сотрудничестве с национальными, региональными и международными экспертами.

Поэтому, международное и региональное сотрудничество в области обеспечения биологической безопасности может стать необходимым компонентом глобальной системы предотвращения, локализация и минимизации биологических угроз. Реализация вышеперечисленных мер также может способствовать обеспечению коллективной биологической безопасности на национальном, региональном и международном уровнях.

ЛИТЕРАТУРА

1. О формировании законодательства в области химической и биологической безопасности Российской Федерации / Е.А. Бойко, Н.Н. Гончарук, А.Д. Дашицыренова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. - № 95 (8). – С. 717-721. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-8-717-721.
2. Суранова, Т.Г. Состояние нормативной правовой базы по классификации биологических угроз / Т.Г. Суранова, В.В. Никифоров // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2016. - № 21 (4). – С. 188-195. DOI: 10.18821/1560-9529-2016-21-4-188-195.
3. Конвенция «О запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и их уничтожении» (КБТО). - Женева, 1972.
4. Резолюция Совета Безопасности Организации Объединённых Наций 1540 «О предотвращении распространения оружия массового уничтожения (ОМУ)». - Женева, 2004.
5. Национальные и региональные стратегии по укреплению законодательства в области биобезопасности и биозащиты в Центральной Азии: Заключительный отчёт (VERTIC).
6. Практическое руководство по биобезопасности в лабораторных условиях (третье издание). – Женева, ВОЗ, 2004.

**ДАР БОРАИ ҲАЛЛИ ПРОБЛЕМАҶОИ БЕХАТАРИИ БИОЛОҒИ
ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН (дар мисоли татбиқи Қонун «Дар бораи
таъмини беҳатарии биолоғи ва муҳофизати биолоғи»)**

А.З. Суфиев, З.Б. Кавракова

*Агентии амнияти химиявӣ, биолоғӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, z.kavrakova@cbrn.tj*

Дар мақола проблемаҳои актуалӣ дар соҳаи бехатарии биологӣ аҳоли ва ҳифзи муҳити зист, инчунин нақши ҳамкориҳои байналмилалӣ дар ҳалли онҳо асоснок карда шудааст. Муайян карда шуд, ки низоми миллии таъмини амнияти биологӣ айни замон ба талаботи санадҳои ҳуқуқии байналмилалӣ, ки аз ҷониби Ҷумҳурии Тоҷикистон эътироф гардидаанд, нурра мутобиқат намекунад. Бо ин мақсад дар мақола проблемаҳои асосӣ ва равишҳои концептуалии тақмили системаи миллии танзими ҳуқуқӣ дар соҳаи таъмини амнияти биологӣ аҳоли ва ҳифзи муҳити зист, инчунин ҳамроҳангсозии онҳо ба талаботи байналмилалӣ пешниҳод гардидааст.

Калидвожаҳо: амнияти биологӣ, таҳдидҳои биологӣ, ҳифзи биологӣ аҳоли ва муҳити зист, заминаи қонунгузорӣ, тақмили танзими меъёри ҳуқуқӣ, банизомдаровардани заминаҳои ҳуқуқӣ, механизми давлатӣ ва танзими давлатӣ.

**ON SOLUTIONS OF BIOLOGICAL SAFETY ISSUES IN THE REPUBLIC OF
TAJIKISTAN (on the example of implementation of the Law "On ensuring
biological safety and biological protection")**

A.Z. Sufiev, Z.B. Kavrakova

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the NAST,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, z.kavrakova@cbrn.tj*

The article substantiates the relevance of problems in the field of biological safety of population and environmental protection and the role of international cooperation in their solution. It was revealed that the national biological safety system currently does not fully comply with the requirements of international legal acts recognized by the Republic of Tajikistan. To this regard, the article presents the main problems and conceptual approaches to improving the national system of legal regulation in the field of ensuring the biological safety of the population and environmental protection and their harmonization with international requirements.

Key words: *biological safety, biological threats, biological protection of population and environment, legislative framework, development of legal regulation, systematization of legal framework, state mechanism and state regulation.*



УСИЛИЯ ИНИЦИАТИВЫ ЦПО ПО ХБРЯ ЕС ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Лела Баканидзе

*Региональный Секретариат Инициативы ЦПО по ХБРЯ ЕС для Центральной Азии
lbakanidze@yahoo.com*

Инициатива Европейского Союза (ЕС центров передового опыта (ЦПО)) по химическим, биологическим, радиологическим и ядерным (ХБРЯ) рискам была запущена в мае 2010 г. в ответ на необходимость укрепления институционального потенциала стран за пределами Европы для снижения рисков ХБРЯ, включая преступную деятельность, стихийные и аварийные бедствия. Целью Инициативы Совета Европы является разработка структурированной политики, учитывающей все ХБРЯ угрозы на национальном, региональном и международном уровнях, для прогнозирования и реагирования на эти риски, а также для снижения уязвимости стран к событиям ХБРЯ. Инициатива отвечает двусторонним интересам безопасности регионов и ЕС.

Одной из основных сильных сторон Инициативы ЦПО является восходящий подход к разработке проектных предложений, отражающих потребности стран. Ответственность за процесс со стороны стран-получателей является активом, который помогает гарантировать, что достигнутые результаты будут интегрированы в основную политику, правовые системы, процессы принятия решений и административные процессы, а также повседневную практику. Однако имеется риск дублирования и перегрузки стран-партнеров. Отображение деятельности на международном и региональном уровнях в более широком контексте смягчения последствий ХБРЯ, а также координации и реализации совместных проектов было бы полезно, как для стран-партнеров, так и для международных и национальных организаций, работающих в регионах.

С момента создания Региональный секретариат для Центральной Азии реализовал несколько проектов в области биобезопасности/биозащиты. Это проект 53 «Укрепление национальной правовой базы и обеспечение специализированного обучения по биобезопасности и биозащите в странах Центральной Азии, Юго-Восточной и Восточной Европы», проект 65 «Укрепление управления химическими и биологическими отходами в странах Центральной Азии для повышения безопасности и снижения рисков безопасности». Новое проектное предложение «Снижение рисков зоонозных заболеваний, которые могут возникнуть в результате климатических изменений в регионе Центральной Азии» находится на рассмотрении экспертов стран-партнеров.

EFFORTS OF THE EU CBRN COE INITIATIVE IN REDUCING BIOLOGICAL SAFETY AND RISKS IN CENTRAL ASIA REGION

Lela Bakanidze

EU CBRN CoE Initiative Regional Secretariat for Central Asia lbakanidze@yahoo.com

The European Union (EU) Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) Centers of Excellence (CoE) Initiative was launched in May 2010 in response to the need to strengthen the institutional capacity of countries outside Europe to mitigate CBRN risks, including criminal activities, natural and accidental disasters. The objective of the COE Initiative is to develop a structural, all-hazards CBRN policy at the national,

regional and international levels to anticipate and respond to these risks, and to reduce the vulnerability of countries to CBRN events. The initiative is in the reciprocal interests of regional and EU security.

One of the major strengths of the COE Initiative is the bottom-up approach for the elaboration of project proposals that represent the countries' needs. The ownership of the process by the recipient countries is an asset that helps ensure that the results achieved will be integrated into mainstream policies, legal systems, decision-making and administrative processes, and daily practice. However, the risk of duplication and the overburdening of partner countries. A mapping of the activities at the international and regional levels in the broader context of CBRN mitigation and coordination and implementation of collaborative projects would be beneficial both for partner countries as well as for international and national organizations working the regions.

Since its establishment the Regional Secretariat for Central Asia had implemented several projects in the field of biosafety/biosecurity. These are Project 53 “ Strengthening the National Legal Framework and Provision of Specialized Training on Bio- Safety and Bio-Security in Central Asian and South-East and Eastern European Countries”, Project 65 “Strengthening chemical and biological waste management in Central Asia countries for improved security and safety risk mitigation”. New project proposal “Mitigation of Risks of Zoonotic Diseases that May Arise as a Result of Climatic Changes in Central Asia Region” is under review by experts of partner countries.



ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СИНТЕЗЕ ЭНЕРГОЁМКИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ БОРА

Ф.А. Назаров, Б.А. Гафуров, А. Шарифов, А. Бадалов, У. М. Мирсаидов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

Дана оценка возможности получения энергоёмких веществ из боросиликатных руд в среде органических растворителей (диэтилового эфира) на модернизированной установке с соблюдением всех правил по химической безопасности. Получение BCl_3 осуществляли хлорированием боросиликатного сырья газообразным хлором. Энергоёмкие вещества MBH_4 (где М - щелочной металл) были получены из местных сырьевых ресурсов Таджикистана - боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения при непосредственном взаимодействии полученного из боросиликатных руд трёххлористого бора BCl_3 с последующим получением MBH_4 .

Ключевые слова: химическая безопасность, боросиликатная руда, энергоёмкие вещества, трёххлористый бор.

Энергоёмкие вещества - это те вещества, которые хранят большие объёмы энергии. Водород- и борсодержащие вещества являются энергоёмкими веществами.

Борогидриды металлов (энергоёмкие вещества) весьма реакционноспособны и являются эффективными водородоносителями (борогидрид лития, например, содержит 18% гидридного водорода). Они используются, как источники водорода, активные восстановители и катализаторы в процессах полимеризации, превращения функциональных групп органических соединений, получения полупроводников и плёночных покрытий. Значительная энергоёмкость обуславливает возможность применения борогидридов лёгких металлов в качестве компонентов твёрдого ракетного топлива.

Учитывая высокую реакционную активность энергоёмких веществ по отношению к влаге и кислороду воздуха, вся экспериментальная работа проводилась с применением аргоно-вакуумной техники и аппаратуры на стандартных шлифах, а также изолирующих боксов. Используемая посуда тщательно высушивалась при 105-120°C и заполнялась очищенным аргоном до полного охлаждения. Все операции по сборке аппаратов, введению реагентов, разделению фаз, сушке и др. проводились в токе аргона с помощью снабжённых кранами переходов.

При отборе проб на анализ и работе с нестандартными ёмкостями (заполнение и разгрузка мельниц, просеиванием порошков веществ и др.) пользовались перчаточными боксами типа 6БП1-ОС с инертной атмосферой. Инертная атмосфера создавалась непрерывным током сухого испаряющегося азота, подаваемого в бокс путём подогрева находящегося в стандартном сосуде Дьюара жидкого азота. Дополнительная сушка бокса при стоянии производилась P_2O_5 , насыпанного тонким слоем. Баллонные аргон или азот очищались путём пропускания через слой прокалённого в вакууме цеолита и барботирования через жидкий эвтектический сплав калий-натрий (77.3% калия, 22.7% натрия).

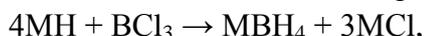
Растворители высушивались выдерживанием над твёрдой щёлочью с металлическим натрием и очищались возгонкой над $LiAlH_4$. Особое внимание уделялось удалению перекисей, поскольку зафиксированы случаи опасного взрывного взаимодействия содержащих перекиси растворителей с энергоёмкими веществами.

Для анализа энергоёмких веществ использовали следующие методы химического анализа: перманганатометрию, комплексометрию, пламенную фотометрию, йодометрию и газометрический анализ.

Для анализа навески гидридных препаратов 0.1-0.3 г предварительно выдерживали в эксикаторе над парами воды до полного разложения, затем смачивали водой и переводили в раствор при нагревании с соляной (азотной) кислотой.

В настоящей работе дана оценка возможности получения веществ из боросиликатных руд с соблюдением всех правил безопасности синтеза взрывоопасных веществ. При работе широко использовали аргоно-вакуумную технику. Сущность работы заключается в том, что боросиликатная руда измельчается до размера частиц 0.1-0.2 мм, и для удаления ионов железа руда

обжигается и обрабатывается минеральными кислотами. Затем руду помещают в реактор и проводят хлорирование при температуре 500-700°C, получают исходный реагент BCl_3 , затем BCl_3 поглощают органическими растворителями (эфир, тетрагидрофуран и др.) и полученный раствор взаимодействует с бинарными гидридами щелочных металлов по реакции:



с получением энергоёмкого вещества – бороводорода щелочных металлов.

Получение MBH_4 (где М - щелочной металл) из местных сырьевых ресурсов Таджикистана - боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения при непосредственном взаимодействии полученного из боросиликатных руд трёххлористого бора BCl_3 с последующим получением MBH_4 является новым подходом для получения энергоёмких веществ.

БЕХАТАРИИ ХИМИЯВӢ ҲАНГОМИ СИНТЕЗИ МОДДАҲОИ ЭНЕРГИЯҶУНҶОИШАШОН БАЛАНД ДАР АСОСИ БОР

Ф.А. Назаров, Б.А. Гафуров, А. Шарифов, А. Бадалов, У.М.Мирсаидов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Имконияти ба даст овардани моддаҳои энергияҷунҷоишашон баланд аз маъданҳои боросиликатдор дар муҳити ҳалкунандаҳои органикӣ (диэтил эфир, диглим) дар дастгоҳи ҷадид, бо роиё намудани тамоми қоидаҳои бехатарии химиявӣ, баҳо дода шудааст. Ҳосил намудани BCl_3 бо роҳи хлоронидани ашъеи хоми боросиликатдор бо хлори газмонанд ба амал оварда шуд. Моддаҳои энергияҷунҷоишашон баланди MBH_4 (ки дар он ҷо М - металли ишқорӣ аст) аз ашъеи хоми маҳаллии Тоҷикистон – маъданҳои боросиликатдори кони Ак-Архар бо роҳи таъсири мутақобила аз маъданҳои боросиликатдори селхлориди бор BCl_3 , минбаъд бо ҳосил намудани MBH_4 ба даст оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: бехатарии химиявӣ, маъдани боросиликатӣ, моддаҳои энергияҷунҷоишашон баланд, селхлориди бор.

CHEMICAL SAFETY AT THE SYNTHESIS OF ENERGY-INTENSIVE SUBSTANCES BASED ON BORON

F.A. Nazarov, B.A. Gafurov, A. Sharifov, A. Badalov, U.M. Mirsaidov

Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, info@cbrn.tj

An assessment of possibility of obtaining the energy-intensive substances from borosilicate ores in organic solvents (diethyl ether) medium on a modernized plant is given in compliance with all chemical safety requirements. BCl_3 was obtained by

chlorination of borosilicate raw materials with gaseous chlorine. Energy-intensive substances MBN_4 (where M is an alkali metal) were obtained from the local raw materials of Tajikistan - borosilicate ore of the Ak-Arkhar deposit by direct interaction of boron trichloride BCl_3 obtained from borosilicate ores with subsequent production of MBN_4 .

Key words: chemical safety, borosilicate ore, energy-intensive substances, boron trichloride.



ПРОЯВЛЕНИЕ ТЕТРАД-ЭФФЕКТА В ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИНАРНЫХ ГИДРИДОВ ЛАНТАНОИДОВ (II)

А. Бадалов, Д.Т. Исозода, Ф.Дж. Саломов, Б.А. Гафуров

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, badalovab@mail.ru*

В статье приведены результаты расчёта термодинамических характеристик бинарных гидридов лантаноидов. Определены значения их термодинамических характеристик в зависимости от природы металла и показан их сложный характер с проявлением тетрад-эффекта.

Ключевые слова: лантаноид, бинарный гидрид, термодинамические свойства, тетрад-эффект, энтальпия.

Лантаноиды образуют бинарные гидриды типа LnH_2 и LnH_3 . Анализ литературных сведений [1-3] показывает, что относительно полные сведения по термодинамическим свойствам гидридов LnH_2 имеются для энтальпии и энергии Гиббса образования, а значение энтропии более половины LnH_2 неизвестны (таблица 1).

Отсутствующие в литературе сведения для базисных бинарных гидридов лантана, гадолиния, иттербия и лютеция получены нами методами сравнительного расчёта и разностей [4]. В качестве сравниваемых рядов сходных соединений использованы фториды этих металлов. Выбор обоснован кристаллографическим сходством анионов. Гидрид-ион (H^-) в ионных гидридах имеет радиус ($r_H=0,13-0,15$ нм), который приблизительно соответствует радиусу иона фтора (F^-) ($r_F=0,133$ нм).

Для уточнения и/или определения термодинамических характеристик (A) LnH_2 использован полуэмпирический метод [5]. Расчёт произведён по корреляционному уравнению

$$A_{(LnH_2)} = A_{(LaH_2)} + \alpha N_f + \beta S + \gamma' L_{(Ce - Eu)} \gamma'' L_{(Tb - Yb)}. \quad (1)$$

Значения коэффициентов: α - учитывает доленое влияние 4f-электронов, β - спиновых (S) и γ - орбитальных (L) моментов движения атомов лантаноидов, (γ' -

для лантаноидов цериевой и γ'' – для лантаноидов иттриевой подгруппы) на искомую характеристику гидридов.

Значения коэффициентов уравнения (1) приведены в таблице 2. При расчётах не учтены данные для гидридов европия и иттербия, так как они по своим электронным строениям и характеристикам отличаются от общей закономерности, присущей другим лантаноидам. Отличие обусловлено частичным или полным заполнением 4f-орбиталей атомов европия и иттербия электронами.

Таблица 1 - Термодинамические свойства LnH_2 : (а) - литература, (б) - расчёт по уравнению (1)

Функция		Ln – лантаноиды цериевой подгруппы							
		LaH ₂	CeH ₂	PrH ₂	NdH ₂	PmH ₂	SmH ₂	EuH ₂	
$-\Delta H^0$, кДж/моль	а	201,3 207,5	202,1 229,7	209,2 208,8	187,4 210,9	-	179,9 223,0	-	
	б	201,3	205,9	206,9	206,9	205,0	201,7	183,1	
S^0 , Дж/моль·К	а	51,6 51,7	55,7 55,8	56,7 56,8	58,9 58,9	-	-	-	
	б	51,6	55,5	57,8	59,6	61,0	61,9	58,1	
C_p^0 ₂₉₈ , Дж/моль·К	а	43,7 43,8	40,9	41,1	43,0 43,1	-	-	-	
	б	43,7	42,2	41,2	40,4	39,8	39,3	36,3	
Функция		Ln – лантаноиды иттриевой подгруппы							
		GdH ₂	TbH ₂	DyH ₂	HoH ₂	ErH ₂	TmH ₂	YbH ₂	LuH ₂
$-\Delta H^0$, кДж/моль	а	189,1 204,4	209,0 216,7	209,0 231,8	220,3 220,5	226,8 219,9	225,1	181,0 181,2	205,4 201,5
	б	199,0	208,8	222,6	230,1	232,6	229,3	213,8	205,4
S^0 , Дж/моль·К	а	-	74,2	64,6	55,3	-	-	-	-
	б	61,3	65,4	67,7	69,1	69,9	69,8	66,7	66,2
C_p^0 ₂₉₈ , Дж/моль·К	а	-	37,7	37,3	39,3	-	-	-	-
	б	-	37,7	37,3	39,3	-	-	-	-

Определённые и/или уточнённые нами значения позволили установить закономерности изменения термодинамических свойств бинарных гидридов в зависимости от природы лантаноидов, которые имеют сложный характер с проявлением тетрад-эффекта. Графики разделены на соответствующие подгруппы лантаноидов, с отклонением характеристик для гидридов европия и иттербия (рисунок 1).

Из таблицы 1 и рисунка 1 видно хорошее совпадение справочных и рассчитанных нами значений энтальпии образования LnH_2 цериевой подгруппы, за

исключением SmH_2 . Для бинарных гидридов иттриевой подгруппы наблюдается заметное различие между литературными и расчётными значениями энтальпии образования LnH_2 .

Таблица 2 - Коэффициенты корреляционного уравнения (1)

Гидрид	Свойство	α	β	γ^I	γ^{II}
LnH_2	$-\Delta_f H^0$	-0.299	4.054	-1.757	-5.661
	S^0	1.039	0.657	0.46	0.79
	C_p^0	-0.586	-0.143	-0.137	0.077

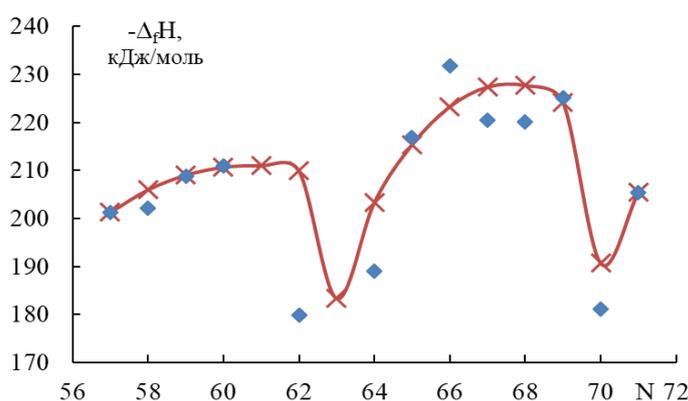


Рисунок 1 - График закономерности изменения энтальпии образования LnH_2 от природы (N) лантаноидов: \diamond - литература; x – расчёт.

На рисунке 2 приведен график закономерности изменения энтропии гидрида LnH_2 в зависимости от природы лантаноидов. Из графика видно хорошее совпадение литературных и расчётных величин энтропии для гидридов цериевой подгруппы, что свидетельствует об их достоверности. Для гидридов иттриевой подгруппы наблюдается большое расхождение между немногими литературными и расчётными величинами.

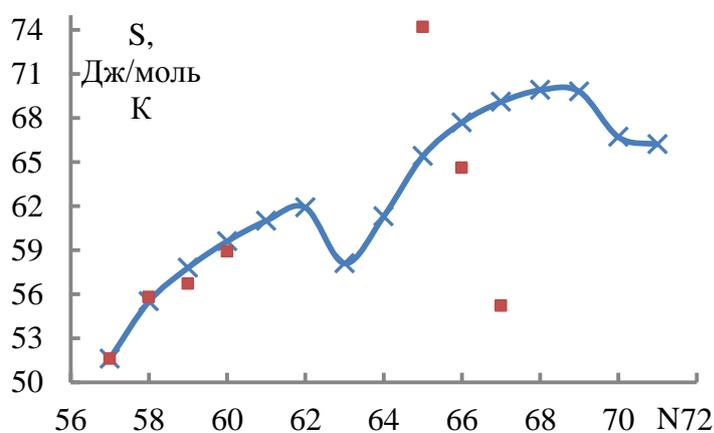


Рисунок 2 - График закономерности изменения энтропии LnH_2 от природы (N) лантаноидов: \square - литература; x – расчёт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, А.И. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский. - Минск: Современная школа, 2005. - 608 с.
2. Термические константы веществ: Справочник. - М.: АН СССР, ВИНТИ, ИВТ, 1978. - Вып. 2. - Ч.1. - 527 с.
3. Соединения редкоземельных элементов. Гидриды, бориды, карбиды, фосфиды, пниктиды, халькогениды, псевгалогениды / М.Е. Кост, А.Л. Шилов, В.И. Михеева [и др.]. - М.: Наука, 1983. - 272 с.
4. Карапетьянц, М.Х. Методы сравнительного расчёта физико-химических свойств / М.Х. Карапетьянц. - М.: Наука, 1965. - 401 с.
5. Полуэктов, Н.С. Корреляционный анализ в физикохимии соединений трехвалентных ионов лантаноидов / Н.С. Полуэктов, С.Б. Мешкова, Ю.В. Коровин // Доклады АН СССР. - 1982. - Т. 266. - № 5. - С. 1157-1160.

ЗОҲИР НАМУДАНИ ТЕТРАД-ЭФФЕКТ ДАР ҚОНУНИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ ХУСУСИЯТҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ГИДРИДҲОИ БИНАРИИ ЛАНТАНОИДҲО (II)

А. Бадалов, Д.Т. Исозода, Ф.Ҷ. Саломов, Б.А. Фафуров

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, badalovab@mail.ru*

Дар мақола натиҷаҳои ҳисобкунии хосиятҳои термодинамикии гидридҳои бинарии лантаноидҳо оварда шудаанд. Қиматҳои хосиятҳои термодинамикии гидридҳои бинарии лантаноидҳо вобаста ба табиати металл муайян карда шуда, хусусиятҳои мураккаби онҳо бо зӯҳури тетрад-эффект нишон дода шудааст.

***Калидвожаҳо:** лантаноид, гидриди бинарӣ, хусусиятҳои термодинамикӣ, тетрад-эффекти, энталпия.*

THE TETRAD EFFECT MANIFESTATION IN THE REGULARITY OF CHANGE OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF BINARY HYDRIDES OF LANTHANOIDES (II)

A. Badalov, D.T. Isosoda, F.J. Salomov, B.A. Gafurov

*Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National
Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, badalovab@mail.ru*

The article presents the results of calculation of thermodynamic characteristics of binary lanthanide hydrides. The values of thermodynamic characteristics of binary lanthanide hydrides depending on the nature of the metal are determined, and their complex nature with the manifestation of the tetrad effect is shown.

Key words: lanthanide, binary hydride, thermodynamic properties, tetrad effect, enthalpy.



ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГОЁМККИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ БОРОСИЛИКАТНЫХ РУД

О.А. Азизов, Д.Т. Исозода, Ф.А. Назаров, А.С. Курбонов, А.П. Тагаев, М.М. Тагоев

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

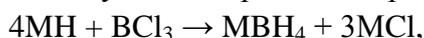
Дана оценка возможности получения энергоёмких веществ из боросиликатных руд в среде органических растворителей (диэтилового эфира, диглима) на модернизированной установке. Получение BCl_3 осуществляли хлорированием боросиликатного сырья газообразным хлором. Энергоёмкие вещества $MВH_4$ (где M – щелочной металл) были получены из местных сырьевых ресурсов Таджикистана – боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения при непосредственном взаимодействии полученного из боросиликатных руд трёххлористого бора BCl_3 с последующим получением $MВH_4$.

Ключевые слова: *боросиликатные руды, энергоёмкие вещества, трёххлористый бор, получение, органические растворители, переработка.*

Энергоёмкие вещества – это те вещества, которые хранят большие объёмы энергии. Водород- и борсодержащие вещества являются энергоёмкими веществами.

Борогидриды весьма реакционноспособны и являются эффективными водородоносителями (борогидрид лития, например, содержит 18% гидридного водорода). Они используются как источники водорода, активные восстановители и катализаторы в процессах полимеризации, превращения функциональных групп органических соединений, получения полупроводников и плёночных покрытий. Значительная энергоёмкость обуславливает возможность применения борогидридов лёгких металлов в качестве компонентов твёрдого ракетного топлива.

В настоящей работе дана оценка возможности получения энергоёмких веществ из боросиликатных руд. Сущность работы заключается в том, что боросиликатная руда измельчается до размера частиц 0.1-0.2 мм, и для удаления ионов железа руда обжигается и обрабатывается минеральными кислотами. Затем руду помещают в реактор и проводят хлорирование при температуре 500-700°C, получают исходный реагент BCl_3 , затем BCl_3 поглощают органическими растворителями (эфир, тетрагидрофуран и др.) и полученный раствор взаимодействует с бинарными гидридами щелочных металлов по реакции:



с получением энергоёмкого вещества – бороводорода щелочных металлов.

Получение $MВH_4$ (где M – щелочной металл) из местных сырьевых ресурсов Таджикистана – боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения при

непосредственном взаимодействии полученного из боросиликатных руд трёххлористого бора BCl_3 с последующим получением MBH_4 является новым подходом для получения энергоёмких веществ.

Процесс получения BCl_3 проводился на модернизированной установке (рисунок) хлорированием боросиликатного сырья газообразным хлором, который подавался из баллона (1) через осушительные склянки (2, 3). Регулировка подачи хлора осуществлялась реометром (4). Затем руду после обжига измельчали до размеров 0.1 мм и обрабатывали соляной кислотой для удаления железа из руды. Для получения BCl_3 использовали реактор с кипящим слоем и подавали горячий воздух с температурой 150-200°C и хлор. Отходящие газы после хлорирования улавливались, очищались от примесей пропусканием через фильтр и BCl_3 поглощались органическим растворителем (эфир, тетрагидрофуран, толуол и др.). Полученный раствор непосредственно взаимодействует с суспензией бинарных гидридов (МН) в среде органических растворителей по реакции:

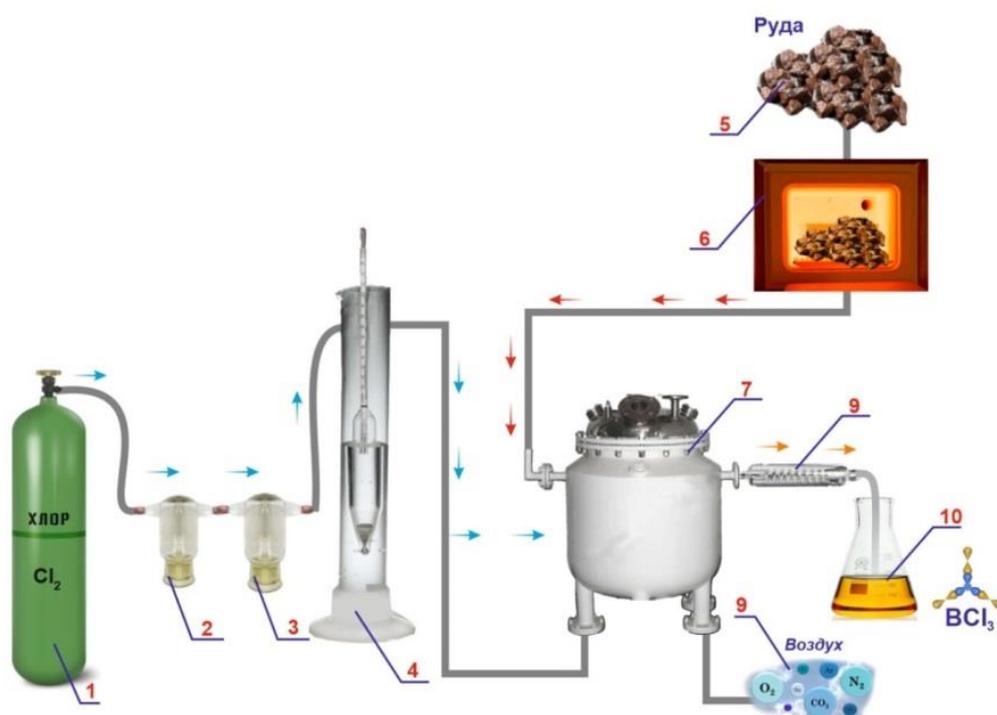


Рисунок - Модернизированная установка для получения BCl_3 .

Таким образом, для получения энергоёмких веществ MBH_4 в среде органических растворителей боросиликатную руду измельчают до размера 0.1 мм и для удаления железа обрабатывают соляной кислотой, затем обработанную руду помещают в кипящий реактор и проводят хлорирование с нагретым воздухом. Из полученного BCl_3 в среде органических растворителей (диэтиловый эфир, диглим) далее получают энергоёмкие вещества MBH_4 , где М – щелочной металл.

ҲОСИЛ НАМУДАНИ МОДДАҲОИ ЭНЕРГИЯГУНҶОИШАШОН БАЛАНД АЗ МАЪДАНҲОИ БОРОСИЛИКАТДОР

О.А. Азизов, Д.Т. Исозода, Ф.А. Назаров, А.С. Курбонов, А.П. Тагаев, М.М. Тагоев

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Имконияти ба даст овардани моддаҳои энергиягунҷоишашон баланд аз маъданҳои боросиликатдор дар муҳити ҳалкунандаҳои органикӣ (диэтил эфир, диглим) дар дастгоҳи ҷадид, баҳо дода шудааст. Ҳосил намудани BCl_3 бо роҳи хлоронидани ашъи хоми боросиликатдор бо хлори газмонанд ба амал оварда шуд. Моддаҳои энергиягунҷоишашон баланди MBH_4 (ки дар он ҷо M - металли шиқорӣ аст) аз ашъи хоми маҳаллии Тоҷикистон – маъданҳои боросиликатдори кони Ак-Архар бо роҳи таъсири мутақобила аз маъданҳои боросиликатдори сехлориди бор BCl_3 , минбаъд бо ҳосил намудани MBH_4 ба даст оварда шудаанд.

***Калидвожаҳо:** маъданҳои боросиликатдор, моддаҳои энергиягунҷоишашон баланд, сехлориди бор, ҳосил намудан, ҳалкунандаҳои органикӣ, коркард.*

OBTAINING OF ENERGY-INTENSIVE SUBSTANCES FROM BOROSILICATE ORES

O.A. Azizov, D.T. Isosoda, F.A. Nazarov, A.S. Kurbonov, A.P. Tagaev, M.M. Tagoev

*Chemical, biological, radiological and nuclear safety and security agency of the National
Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, info@cbrn.tj*

An assessment of possibility of obtaining the energy-intensive substances from borosilicate ores in the media of organic solvents (diethyl ether, diglyme) at a modernized plant has been given. Obtaining of BCl_3 has been carried out by chlorination of borosilicate raw materials with gaseous chlorine. Energy-intensive substances MBH_4 (where M is an alkali metal) were obtained from the local raw materials of Tajikistan - borosilicate ore of the Ak-Arkhar deposit by direct interaction of boron trichloride BCl_3 obtained from borosilicate ores with subsequent obtaining of MBH_4 .

***Key words:** borosilicate ores, energy-intensive substances, boron trichloride, production, organic solvents, processing.*



ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ АРГИЛЛИТОВ И КАОЛИНОВЫХ ГЛИН

Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, И.М. Рахимов, Т.Б. Холматов

*Институт химии им.В.И.Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru*

Предложен метод использования аргиллитов и каолиновых глин с добавлением цеолитов в качестве комплексных удобрений, содержащих в своем составе калий, азот и фосфор, путём разложения указанных руд смесью фосфорной и азотной кислот.

***Ключевые слова:** комплексные удобрения, аргиллиты, каолиновые глины, фосфорная кислота, азотная кислота.*

Из аргиллитов и каолиновых глин возможно получение комплексных удобрений, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве при выращивании зерновых культур.

Аргиллиты и каолиновые глины в своём составе имеют много компонентов, способствующих росту растений, кроме того, они являются хорошими сорбентами благодаря высоким сорбционным свойствам и улучшают структуру почв.

В литературе известен способ получения органоминеральных удобрений на основе алюмосиликатных руд и бурого угля [1], который предусматривает измельчение руды и угля и обработку раствором КОН с последующим смешиванием с фосфорсодержащими удобрениями. В данном способе используется большое количество входящих в состав дорогостоящих компонентов, технология изготовления также является трудоёмкой, что снижает экономический эффект от его применения.

В предложенном методе использованы доступные алюмосиликатные руды – аргиллиты и каолиновые глины с добавлением цеолитов (в качестве сорбента), то есть местные сырьевые материалы Таджикистана, содержащие в своём составе калий, азот и фосфор.

Для получения комплексных удобрений из алюмосиликатных руд берут следующее соотношение компонентов: алюмосиликаты (аргиллиты, каолины) – 40%, цеолиты – 30%, алуниты – 30%, азотная и фосфорная кислота – с концентрацией кислот 40% в соотношении 1:1.

Затем осуществляется измельчение руды до размера частиц 0.1 мм, обжиг руды при температуре 400-800°C с последующим добавлением кислот в течение 30-60 мин с получением комплексного удобрения.

Химический состав сырья приведён в таблице 1.

Подготовка образцов комплексного удобрения осуществлялась следующим образом: навеска руды в количестве 100 г после обжига смешивалась с необходимым количеством азотной и фосфорной кислоты при температуре 60-95°C в соотношении 1:1 в количестве по 50 мл. Общая концентрация кислоты 40%.

Таблица 1 - Химический состав алюмосиликатных руд, мас%

Цеолитовые руды											
Порода	№ пробы	Содержание элементов									
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Ca O	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	п.п.п.
Туфы андезитов	1	58,3	0,75	17,93	4,70	1,62	3,6	1,07	4,66	0,11	3,52
	2	58,42	0,72	18,17	4,71	1,65	9,59	1,08	4,65	0,10	3,49
	3	58,78	0,69	17,89	4,69	1,59	3,65	1,09	4,64	0,12	3,56
Аргиллиты месторождения Зидды											
		60,0	0,6	19,75	4,99	-	1,0	1,2	0,1	-	10,0
Аргиллиты месторождения Чашма-Санг											
		42,86	0,6	31,6	8,74	-	1,0	2,95	0,1	-	10,5
Каолиновые глины месторождения Чашма-Санг											
		49,9	1,8	24,8	10,98	-	1,0	2,65	0,3	-	6,3
Алуниты месторождения Токмак											
		63,09	0,86	19,3	3,53	-	-	3,2	1,14	-	0,2

Преимущество предложенного способа состоит в том, что при взаимодействии используются местные сырьевые материалы Таджикистана алюмосиликатные руды и технологический процесс является простым и состоит из стадий (рисунок 1).



Рисунок 1 – Технологическая схема получения комплексных удобрений, содержащих калий, азот и фосфор.

Получение по данному способу комплексных удобрений исключает из производства многостадийность процесса. Кроме того, одновременно получают удобрения, содержащие несколько компонентов. Применение алунитов создаёт возможность присутствия в составе удобрения калия. Цеолиты улучшают структуру почвы и сорбируют тяжёлые металлы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. РФ № 2051889.

ҲОСИЛ НАМУДАНИ МАҶМӮИ НУРИҶО АЗ АРГИЛЛИТҶО ВА САФЕДГИЛ

Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, И.М. Раҳимов, Т.Б. Холматов

*Институти химияи ба номи В.И.Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ulmas2005@mail.ru*

Усули истифодаи аргиллитҷо ва сафедгил бо илова намудани сеолитҷо, ҳамчун маҷмӯи нуриҷо, ки дар таркибашон калий, нитроген ва фосфор мавҷуд аст, тавассути таҷзияи маъданҳои мазкур бо омехтаи кислотаҳои фосфат ва нитрат, пешниҳод карда шудааст.

***Калидвожаҳо:** маҷмӯи нуриҷо, аргиллитҷо, сафедгил, кислотаи фосфат, кислотаи нитрат.*

OBTAINING OF COMPLEX FERTILIZERS FROM ARGILLITE AND KAOLIN CLAYS

D.Kh. Mirzoyev, Sh.D. Otaev, I.M. Rakhimov, T.B.Kholmatov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of
Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, ulmas2005@mail.ru*

A method is proposed for using of argillites and kaolin clays with zeolites additions as complex fertilizers, comprising potassium, nitrogen and phosphorus, by decomposition of these ores with a mixture of phosphoric and nitric acids.

***Keywords:** complex fertilizers, argillites, kaolin clays, phosphoric acid, nitric acid.*



ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА ИЗ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД

А.М. Исоев, И.М. Рахимов, Т.Б. Холматов, К.И. Негматуллоев, Д.Х. Мирзоев

*Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, davlatmurod.mirzoev.71@mail.ru*

В статье приведены результаты получения жидкого стекла из алюмосиликатных руд. Удаление соединений алюминия и железа из состава руды осуществляли обработкой её содой.

Ключевые слова: жидкое стекло, алюмосиликаты, сода, алюминий, железо.

Жидкое стекло успешно используется для изготовления силикатных красок, клеев, моющих и чистящих средств, в качестве защитного средства при обрезке и ранении деревьев. Жидкое стекло также применяется в мыловаренной, жировой, химической, машиностроительной, текстильной, бумажной промышленности, в том числе для производства картонной тары. В чёрной металлургии – как связующий материал для изготовления форм и стержней. В литейном производстве – в качестве флотационного реагента, при обогащении полезных ископаемых и других целей.

Известно много способов получения жидкого стекла различными реагентами из местных сырьевых материалов [1-4].

Карбонатно-сульфатный способ. В связи с рядом затруднений при варке растворимого стекла по сульфатному способу, в некоторых случаях в состав шихты вводят в соответствующих количествах и соду, и сульфат натрия. В этих случаях при проведении технологического процесса необходимо учитывать особенности поведения того и другого материала, отмеченные при описании карбонатного и сульфатного способа [1].

Бисульфатный способ. Способ был предложен О.К. Ботвинкиным и М.И. Голбой [3], при нагревании до расплавления смеси указанных материалов происходит следующая реакция образования щелочного силиката:



Эта сложная реакция состоит из взаимодействия бисульфата и хлористого натрия с выделением газообразного HCl и образования Na₂SO₄, реагирующего затем с углеродом и кремнезёмом с получением в качестве конечного продукта щелочного силиката.

Нитратный способ. Для получения растворимого стекла по этому способу сплавляют кремнезём с натриевой или калиевой селитрой. Реакция образования в этом случае протекает по уравнению:

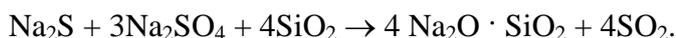
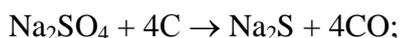


Щелочной способ. Жидкое стекло можно готовить сплавлением смеси кремнезёма и NaOH или KOH. Реакция в этом случае происходит по уравнению:



Взаимодействие щелочи с кремнезёмом, особенно в тонкоизмельчённом состоянии, протекает очень энергично, при относительно невысокой температуре и с большой скоростью. Но из-за высокой стоимости щелочи и сильного разъедания печного припаса щелочной способ, так же как и нитратный, не нашёл практического применения [2, 3].

Сульфидный способ. Сульфидный способ является некоторым вариантом сульфатного способа. Данный способ основан на предварительном получении Na_2S путём восстановления сульфата натрия соответствующим количеством угля с последующим плавлением с кремнезёмом. Реакции получения щелочного силиката по сульфидному способу протекают по уравнениям [1, 4]:



В настоящей работе для получения жидкого стекла предложен способ получения из алюмосиликатных руд Таджикистана, которые являются доступным минеральным сырьём.

Для получения жидкого стекла из алюмосиликатных руд их подвергают обжигу (700-900°C), затем спёк растворяют в минеральных кислотах (HCl , H_2SO_4) для удаления соединений алюминия и железа (коагулянты для очистки воды) и осадок обрабатывают карбонатом натрия (сода – Na_2CO_3) при 1000-1300°C.

Расчёт получения жидкого стекла:

1 часть Na_2O ,

3-3,5 части SiO_2 ,

При этом получают так называемую «стеклянную глыбу» при соотношении:

SiO_2 – 73-76%,

Na_2O – 20-23%, с учетом Na_2O , который содержится в руде.

Содержание оксидов калия и кальция в руде улучшает качество получаемого жидкого стекла.

В типичном опыте 200 г нефелинового сиенита обжигают при температуре 700-900°C, обрабатывают серной кислотой) для удаления соединений железа и алюминия. Осадок с содержанием SiO_2 , Na_2O , K_2O смешивают с Na_2CO_3 . Нагревают в печи до 1200°C. Получают «стеклянную глыбу» состава: SiO_2 , Na_2O , K_2O %.

Стеклянную глыбу растворяют в автоклаве в присутствии водяного пара (200°C), получая жидкое стекло.

Таким образом, для получения жидкого стекла проводится непосредственное взаимодействие алюмосиликатных руд с содой, предварительно удалив из руды соединения алюминия и железа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев, П.Н. Растворимое стекло / П.Н. Григорьев, М.А. Матвеев. – М., 1956. – 443 с.
2. Пат. 2335456. Российская Федерация, МПК С01В33/32. Способ получения жидкого стекла; опубл. 10.10.2008. – 3 с.

3. Пат. 2430018. Российская Федерация, МПК С01В33/32. Способ получения жидкого стекла; опубл. 27.09.2011. – 2 с.
4. Пат. 2283276. Российская Федерация, МПК С01В33/32. Способ получения жидкого стекла из силиката натрия; опубл. 10.09.2006. – 3 с.

ҲОСИЛ НАМУДАНИ ШИШАИ МОЕЪ АЗ МАЪДАНҲОИ АЛЮМОСИЛИКАТӢ

А.М. Исоев, И.М. Рахимов, Т.Б. Холматов, К.И. Негматуллоев, Д.Х. Мирзоев

*Институт химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, davlatmurod.mirzoev.71@mail.ru*

Дар мақола натиҷаҳои ҳосил намудани шишаи моеъ аз маъданҳои алюмосиликатӣ оварда шудаанд. Аз таркиби маъдан бо таъсири пешакии сода алюминий ва оҳан хориҷ карда шуданд.

Калидвожаҳо: шишаи моеъ, алюмосиликатҳо, сода, алюминий, оҳан.

OBTAINING OF LIQUID GLASS FROM ALUMINOSILICATE ORES

A.M. Isoev, I.M. Rakhimov, T.B. Kholmatov, K.I. Negmatulloev, D.Kh. Mirzoev

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe,
Republic of Tajikistan, davlatmurod.mirzoev.71@mail.ru*

The article presents the results of obtaining the liquid glass from aluminosilicate ores. By interaction with soda from the ore, aluminum and iron were previously removed from the composition of the ore.

Key words: liquid glass, aluminosilicates, soda, aluminum, iron.



ХИМИКАТЫ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ, ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И РАКЕТНОГО ТОПЛИВА

Н.У. Хакимова, К.М. Назаров, М.Д. Бобоёров, И.М. Рахимов

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

В статье приведены некоторые свойства химически опасных веществ, как потенциальных реагентов для создания химического оружия. Приводятся методы, согласно которым идентифицируют химически опасные вещества. Указывается,

что контроль и четкая идентификация этих веществ являются гарантией нераспространения оружия массового уничтожения (ОМУ).

Ключевые слова: химикаты, химическое оружие, газы, жидкости, сплавы.

Химические вещества (химикаты) имеют различные списки контрольных режимов. Они производятся в виде:

1. газы, жидкости;
2. металлы, сплавы;
3. сложные вещества (мономеры, полимеры).

Имеется особый список веществ, подлежащих контролю. Это взрывчатые вещества (ВВ), гексафторид урана, трифторид хлора, тяжелая вода, фосфорные соединения, цианистые соединения, сернистые соединения и т.д.

Методы идентификации химикатов различные. По внешнему виду очень трудно определить химикаты. Поэтому применяют различные физико-химические методы идентификации химикатов:

- ✓ качественный и количественный химический анализ;
- ✓ хроматография;
- ✓ спектральные методы;
- ✓ масс-спектрометрические методы;
- ✓ рентгенографические методы и др.

Для маркировки химикатов используется CAS – регистрационный номер, названия химикатов и контрольный номер. Кроме того, используются международные символы опасности (рисунок 1).



Рисунок 1 - Международные символы опасности.

Рассмотрим некоторые опасные химикаты.

Пентасульфид фосфора – P_2S_5 или P_4S_{10} - используется в производстве химического оружия (ХО), как прекурсор нервно-паралитического вещества, а также в сельском хозяйстве в качестве пестицидов, добавок к пластмассам и для органического синтеза. Выпускается в виде порошка, гранул, таблеток. Пахнет тухлыми яйцами. Очень опасен при контакте с водой - выделяется токсичный газ.

При транспортировке контролируемых химикатов используются следующие международные символы опасности (рисунок 2).

Сульфид натрия – Na_2S – используется в производстве ХО как прекурсор кожно-нарывных агентов, а также для флотации руд, производства кожи, для

производства резины и пластмасс. Na_2S - твёрдое вещество белого цвета, имеет слабый запах тухлых яиц, выделяет токсичные газы.



Рисунок 2 - Международные символы опасности при транспортировке контролируемых химикатов.

Цианистый натрий и калий - используются для производства ХО как агенты, поражающие кровь, и нервно-паралитическое ХО. Кроме того, широко применяются для золотодобычи, в металлургии, в производстве нейлона, гербицидов и др.

Внешний вид – белый порошок с запахом горького миндаля.

Фтористый водород – HF . Водный раствор называют фтористоводородной или плавиковой кислотой. Используют в производстве ХО как прекурсор нервно-паралитических агентов. Кроме того, широко применяют при переработке урана и плутония.

HF широко используется в изготовлении фторполимеров (тефлон), в металлургии, при обработке стекла и др.

Трифторид хлора – ClF_3 – имеет широкий диапазон действия. Применяется для конверсии ядерных материалов, добавки в ракетное топливо, а также для производства полупроводников, в военной отрасли. ClF_3 является бесцветным газом и имеет сладковатый запах, токсичен, является сильным окислителем.

В представленном докладе приведены лишь некоторые химикаты для производства ХО.

Химикаты также являются потенциальным компонентом для мощных взрывчатых веществ (ВВ).

ВВ известны по названиям: гексаген, октоген, триаминотринитробензол, твердые окислители (например, перхлорат аммония) и др.

Химикаты широко применяются в производстве ракетного топлива:

- ✓ горючие химикаты;
- ✓ твердые и жидкие окислители;
- ✓ связующие полимеры;
- ✓ другие добавки.

Твердое топливо – смесь многих химикатов и связующих компонентов, и обычно состоит из окислителя и восстановителя.

Жидкое топливо – также смесь различных жидких химикатов.

Обычно для ракетного топлива широко применяют NH_4ClO_4 , гидразин, монометилловые гидриды, алюминиевый порошок, AlH_3 , окислы азота, азотную кислоту.

Несколько слов о **тяжелой воде** – D_2O , которая является модератором в ядерных реакторах, обеспечивает непрерывную ядерную цепную реакцию с использованием природного урана. D_2O – бесцветная жидкость, внешний вид не отличается от H_2O , и не радиоактивна. Плотность на 10% больше, чем H_2O .

Таким образом, в настоящей статье приведены химические вещества, которые используются для производства ХО, ВВ и ракетного производства.

Поэтому контроль и четкая идентификация этих веществ являются гарантией нераспространения оружия массового уничтожения (ОМУ).

ХИМИКАТҲО – МОДДАҲОИ ЭҶТИМОЛӢ БАРОИ ОМОДА НАМУДАНИ СИЛОҶИ ХИМИЯВӢ, МОДДАҲОИ ТАРКАНДА ВА СӢЗИШВОРӢ БАРОИ РАКЕТАҲО

Н.У. Ҳакимова, Қ.М. Назаров, М. Д. Бобоёров, И.М. Раҳимов

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Дар мақола баъзан хосиятҳои моддаҳои аз ҷиҳати химиявӣ хатарнок, ҳамчун реагентҳои эҷтимоли барои омода намудани силоҳи химиявӣ оварда шудаанд. Усулҳои оварда шудаанд, ки мувофиқи онҳо моддаҳои химиявии хавфнок муайян карда мешаванд. Қайд гардидааст, ки назорат ва дуруст муайян кардани ин моддаҳо гавари паҳн нагардидани силоҳи қатли ом (СҚО) мебошад.

Калидвожаҳо: химикатҳо, силоҳи химиявӣ, газҳо, моеъҳо, хӯлаҳо.

CHEMICALS - POTENTIAL SUBSTANCES FOR THE CREATION OF CHEMICAL WEAPONS, EXPLOSIVES AND ROCKET FUEL

N.U. Khakimova, K.M. Nazarov, M. D. Boboyorov, I.M. Rakhimov

The article presents some properties of chemically hazardous substances as potential reagents for the creation of chemical weapons. Methods according to which the chemically hazardous substances are identified are given. It has been indicated that the control and clear identification of these substances is a guarantee of non-proliferation of weapons of mass destruction (WMD).

Key words: *chemicals, chemical weapons, gases, liquids, alloys.*



БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА И КАРБАМИДА

А. Шарифов, З.Х. Гайбуллаева, У.М. Мирсаидов

*Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru*

Анализированы основные положения и указаны меры обеспечения безопасности производства аммиака и карбамида.

Ключевые слова: *аммиак, карбамид, давление, температура, газы, безопасное производство.*

Аммиак NH_3 и карбамид $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ относятся к важнейшим химическим материалам: аммиак используется для получения азотной кислоты, аммиачной воды, карбамида и других азотсодержащих химических веществ; карбамид - химический продукт с высоким содержанием активного азота - 46,7%, применяется в основном в качестве минерального удобрения для повышения урожайности растений [1]. Оба этих химических материалов производятся и в Таджикистане на Вахшском азотно-туковом заводе (ВАТЗ) в городе Сарбанд (Хатлонская область), который был построен в шестидесятые годы прошлого столетия. Исходным сырьём для производства аммиака и карбамида на данном заводе является природный газ. В общем, сырьём для производства аммиака и карбамида может быть любое углеродсодержащее вещество (уголь, нефть, природный газ, сжиженный газ и др.).

Как известно, аммиак получают из смеси водорода и азота по реакции

$$3\text{H}_2 + 2\text{N}_2 = 2\text{NH}_3. \quad (1)$$

Водород и аммиак являются горючими газами, с кислородом и воздухом образуют взрывоопасные смеси: концентрация взрываемости водорода с воздухом изменяется от 4 до 75%, а для аммиака она изменяется соответственно в пределах от 15 до 28% с воздухом и от 15 до 79% с кислородом. Азот является инертным газом, но при определённых ситуациях при повышении его концентрации в воздухе оказывает удушающее действие.

Аммиак - бесцветный газ с резким запахом, температура его самовоспламенения 650°C , вызывает острое раздражение слизистых оболочек, слезотечение, ожоги слизистых оболочек, удушье, в жидком виде обжигает кожу [2].

Современные производства аммиака осуществляются при давлениях от 30 МПа до 100 МПа, на ВАТЗ производство аммиака осуществляется при давлении 32-35 МПа. Промышленное производство аммиака осуществляется на железном катализаторе, промотированном оксидами Al_2O_3 , CaO , K_2O , SiO_2 , MgO при температурах $450\text{-}550^{\circ}\text{C}$. Кроме того, при протекании реакции (1) на катализаторе степень превращения азотоводородной смеси (АВС) в аммиак за один проход газа не превышает 20%, поэтому после каждого прохода газа над катализатором образовавшийся аммиак выделяют из газа, к газу добавляют новую порцию азотоводородной смеси и процесс осуществляют циклическим способом.

Высокие давления и температуры, а также использование азотоводородной смеси, являющейся горючей взрывоопасной смесью, и циклическое осуществление процесса получения NH_3 , создают много сложностей для безопасного производства аммиака. Производство аммиака, как имеющее много стадий, включающих очистку сырья от сернистых примесей, конверсию углеводородов до CO , CO_2 и H_2 , получение азото-водородной смеси, её очистку от CO и CO_2 , компримирование азотоводородной смеси до давления синтеза NH_3 , выделение жидкого аммиака из непрореагировавшей азотоводородной смеси и т.п., также использование горючих газов и циклическое осуществлении синтеза аммиака, является одним из самых сложных видов производства в химической промышленности, оно взрывоопасно из-за использования горючих газов при высоких температурах и давлениях. Данное производство имеет сложный механизм управления, где малейшее техническое и технологическое нарушение может привести к непредсказуемым негативным последствиям. Поэтому, вопрос обеспечения безопасного осуществления данного производства является важнейшим требованием для его существования.

На разных стадиях производства аммиака участвуют много химических веществ, вредно влияющих на живые организмы. Это прежде всего сам аммиак, далее растворы этаноламинов и других абсорбентов для очистки АВС от CO_2 , медноаммиачные растворы и жидкий азот для очистки АВС от CO , разные по составу вещества, включая масляные абсорбенты и твёрдые цинковые адсорбенты для поглощения серосодержащих компонентов состава сырья, и многие другие химические вещества, выполняющие определённые технологические функции. Все эти вещества и системы их использования требуют соблюдения определённых производственных регламентов для безопасного осуществления технологических функций каждой стадии производства и нормальной работы используемых машин и оборудования.

Многие стадии синтеза аммиака выполняются под повышенными давлениями: к ним относятся работы узла компримирования АВС, насосов, реактора синтеза аммиака, абсорберов и десорберов и др. Прочность, устойчивость и герметичность установок, работающих под высокими давлениями, должны быть

с большими запасами, чем их рабочие показатели. Важным также является обеспечение коррозионностойкости материалов установок при воздействии рабочей среды, эти материалы не должны подвергаться химической или иного вида коррозии.

В отличие от аммиака, карбамид $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ получают некаталитическим способом, но также, как аммиак, при повышенных давлениях 18-20 МПа по реакции



По степени сложности оборудования и осуществляемых в нём технологических процессов производство карбамида более простое в исполнении, чем производство аммиака. Тем не менее, оно также требует выполнения определённых правил по обеспечению безопасности выполнения технологических процессов. CO_2 не взрывоопасен, как аммиак, однако при повышении его концентрации в воздухе может оказать удушающее действие. Высокое давление в реакторах синтеза карбамида (18-20 МПа) требует обеспечения надёжности оборудования и установок, работающих под этими давлениями.

Как любое химическое производство, предприятия по синтезу NH_3 и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ по степени пожароопасности делятся на категории А, Б, В, Г и Д, а по огнестойкости – на классы 1, 11 и 111. В таблице приведены характеристики наиболее пожароопасных узлов производства аммиака и карбамида в соответствии с их пожароопасностью и огнестойкостью.

Таблица 1 - Пожароопасность и огнестойкость отдельных узлов производства NH_3 и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ [2]

№ п/п	Производства аммиака и карбамида	Категория пожароопасности	Класс огнестойкости
1	Конверсия природного газа и СО	А	11
2	Очистка конвертированного газа от CO_2	А	11
3	Медноаммиачная очистка газа от СО	А	11
4	Синтез аммиака	А	11
5	Синтез и дистилляция карбамида	Б	11

Данные таблицы свидетельствуют, что по степени пожароопасности производство аммиака является более агрессивным, чем производство карбамида. Огнестойкость всех помещений в обоих производствах должна соответствовать классу 11.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии связанного азота / В.И. Атрощенко, А.М. Алексеев, А.П. Засорин [и др.]. - Киев: Вища школа, 1985. – 327 с.
2. Справочник азотчика / Под ред. Е.Н. Мельникова. - М.: Химия. – Т. 2, 1969. – 459 с.

ИСТЕҲСОЛИ БЕХАТАРИ АММИАК ВА КАРБАМИД

А. Шарифов, З.Х. Ғайбуллоева, У.М. Мирсаидов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ulmas2005@mail.ru*

Муқаррароти асосӣ таҳлил карда шуда, тадбирҳои таъмини истеҳсоли бехатарии аммиак ва карбамид қайд карда шудаанд.

Калидвожаҳо: аммиак, карбамид, фишор, ҳарорат, газҳо, истеҳсоли бехатар.

SAFETY OF AMMONIA AND CARBAMIDE PRODUCTION

A. Sharifov, Z.Kh. Gaibullaeva, U.M. Mirsaidov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, ulmas2005@mail.ru*

The main aspects are analyzed and measures to ensure the safety of ammonia and urea production are indicated.

Key words: ammonia, carbamide, pressure, temperature, gases, safe production.



ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДА

А. Шарифов, А.Ш. Насруллоев, О.А. Азизов, У.М. Мирсаидов

*Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru*

В статье анализированы свойства водорода для обоснования обеспечения безопасности его производства, хранения, транспортировки и применения, как эффективного и чистого энергоносителя.

Ключевые слова: водород, энергоноситель, взрываемость, летучесть, хранение, транспортировка, безопасное использование.

В настоящее время во многих странах мира развивается производство и применение водорода в качестве энергоносителя, что объясняется тремя факторами, связанными с получением и использованием H_2 : во-первых, производство водорода базируется на безграничном источнике сырья, его получают из воды методом электролиза и из органического сырья конверсионными способами, как известно, источник воды на Земле безграничный и органическое

сырьё является возобновляемым веществом; во-вторых, H_2 имеет наивысшую теплотворность по сравнению с широко применяемыми энергоносителями, к примеру, его теплотворность 120 мДж/кг, когда теплотворность обычных энергоносителей, таких, как: каменный уголь – 27 мДж/кг; бурый уголь – 12,98 мДж/кг; бензин – 44,0 мДж/л; солярка – 43,12 мДж/л, природный газ – 35,5 мДж/м³, то есть, превосходство теплотворности водорода над теплотворностью названных энергоносителей составляет от 2,73 до 9,25 раза [1]; в-третьих, продуктом сжигания водорода является вода, даже дистиллированная, которую можно использовать, как пищевой продукт, поэтому использование водорода в качестве энергоносителя не имеет загрязняющих атмосферу отходов и сохраняет экологическую чистоту природы. В то же время, горение энергоносителей, получаемых из ископаемого топлива, является грязным технологическим процессом: при сжигании 1 кг углерода состава этих энергоносителей образуется 3,67 кг CO_2 , также образуются другие газы: оксиды азота, фосфора, серы и другие, которые выбрасываются в атмосферу и являются причиной возникновения «парникового эффекта» в атмосфере. Кроме того, сырьём для производства вышеназванных энергоносителей является ископаемое топливо, его запасы не расположены во всех странах мира, и какими бы огромными эти запасы не были, по мере использования истощаются и когданибудь закончатся. Например, в настоящее время в Китае ежегодно добывается до 4 млрд. т. угля, в других индустриальных странах мира добыча угля осуществляется огромными объёмами. Такая же ситуация существует и с добычей нефти и использованием нефтепродуктов. В противовес этому, запасы сырья для производства водорода неиссякаемые и никогда не закончатся. Неограниченный запас водорода имеется и на Солнце.

Три выше указанных фактора, характеризующие количество и качество водорода, делают его основным энергоносителем современности и будущего для многих стран мира в зависимости от уровня их научного и технического развития. Таджикистан будет в их числе, поскольку имеет огромные запасы сырья в виде 527 млрд. кВт-час гидроэнергетического потенциала водных ресурсов и более 4,5 млрд. т. угля в месторождениях регионов. Разумное использование этих потенциалов в русле развития водородной энергетики позволяет нашей стране стать самодостаточным государством с развитой зелёной энергетикой.

Промышленное производство водорода существует с начала прошлого столетия. В Таджикистане более 50 лет назад был построен Вахшский азотно-туковый завод в г. Сарбанд с конверсионным способом получения водорода для синтеза аммиака в производстве карбамида. Начиная с этого года, данное предприятие после кардинальной реконструкции успешно работает, но оно в качестве сырья использует импортный природный газ, что в будущем может создать какие-либо хозяйственные проблемы. Желательно в русле развития водородной энергетики получать водород на данном предприятии из угля и электролизом воды.

Развитие водородной энергетики в Таджикистане будет основываться на производстве водорода традиционными конверсионным и электролизным

способами, как во всем мире, здесь трудностей не имеется. При наличии соответствующих инвестиций производство водорода можно организовать практически во всех регионах страны.

В то же время, сложной проблемой развития водородной энергетики не только в Таджикистане, но и в индустриально развитых странах мира, является обеспечение его безопасного производства, хранения, транспортировки и применения. Эта сложность связана со свойствами самого водорода: он бесцветный газ без запаха, инертен по отношению к живым организмам, однако при высоких концентрациях вызывает удушье и при высоких давлениях проявляет наркотическое действие. В то же время, водород лёгкий летучий газ с плотностью 0,0897 г/см³, что в 7,95 раза меньше плотности метана, взрывоопасен с концентрацией взрываемости в воздухе 4-75 объём.%, быстро распространяется в воздухе с коэффициентом диффузии 0,61 см²/с, при температуре 510°С самовозгорается, температура пламени горения водорода 2045°С, что выше температуры пламени горения метана (1875°С) и ниже температуры пламени горения бензина (2200°С), скорость распространения пламени в воздухе от горения водорода 2,65 м/с, когда такой показатель для пламени от горения метана или бензина всего 0,4 м/с [2]. Также водород образует взрывоопасные смеси с кислородом, хлором и фтором, смесь H₂:O₂=2:1 превращается в гремучий газ, смесь H₂ с хлором в соотношении 1:1 взрывается на свету, а смесь H₂ с фтором взрывается и в темноте. Минимальная энергия воспламенения водородо-воздушных смесей очень мала – всего 0,019 мДж, что в 10 раз меньше энергии, необходимой для поджигания ацетилена; в 14 раз меньше энергии, требуемой для поджигания метана; в 30 раз меньше энергии поджигания метанола и в 400 раз меньше энергии поджигания оксида углерода СО. Любая искра способна воспламенить водородо-воздушную смесь. Ещё более опасны водородо-кислородные смеси [3].

В химической промышленности производственные здания и сооружения по степени пожароопасности оцениваются категориями А, Б, В, Г и Д, а по огнестойкости – классами 1, 11 и 111. Все производственные здания и сооружения, где производится или используется водород, по степени пожароопасности относятся к категории А, их огнестойкость должна быть не ниже класса 11.

Кроме высокой теплотворности, положительным свойством водорода является его высокая активность в химических реакциях. Однако в определённых условиях это свойство может давать негативный эффект из-за незапланированного взаимодействия водорода с другими химическими веществами. Перечисленные выше отрицательные показатели свойств водорода в настоящее время создают трудности для быстрого развития отрасли водородной энергетики в мире [4].

Низкая плотность водорода требует, чтобы его хранили и транспортировали при давлениях до 100 МПа, в противном случае масса оборудования на единицу объёма будет многократно больше массы водорода, что существенно снижает эффективность пользования данного энергоносителя. При этом прочность применяемого материала для изготовления сосудов и других приспособлений должна быть намного выше максимального давления водорода в них. С другой

стороны, используемые материалы должны быть лёгкими, то есть иметь высокие коэффициенты конструктивного качества, чтобы с одной стороны обеспечивали высокую устойчивость оборудования и системы хранения и пользования водорода, а с другой стороны – не создавали лишнюю бесполезную массу системы водородной энергетики.

Желательно использование композиционных материалов с низкими плотностями, но высокой прочностью. Система герметизации оборудования должна быть настолько высокая, чтобы могла обеспечивать абсолютную герметичность во избежание летучести газа. Для сжигания водорода также необходимо использование индивидуальной системы, зависящей от специфики объекта. Существующие сейчас системы для сжигания природного или сжиженного газа для водородной энергетики не пригодны из-за вышеуказанных различий в свойствах энергоносителей.

Для решения существующих проблем в хранении, транспортировке и использовании водорода – энергоносителя и обеспечения безопасности хозяйственной деятельности необходимо проведение целенаправленных научно-практических исследований с учётом использования местных материалов для разработки технического оборудования, а также создания системы контроля и управления отрасли водородной энергетики. Разумеется, что система безопасности водородной энергетики зависит от сферы применения водорода, а она многоразветвлённая, начиная от промышленности и энергетики до транспорта и быта людей.

Систему обеспечения безопасности водородной энергетики следует создать с учётом передовых достижений мировой науки и техники в данной отрасли. Водородная энергетика - наукоёмкая сфера деятельности человека и требует знаний и опыта высококвалифицированных учёных и специалистов в областях физики, химии, математики, инженерного материаловедения, электротехники, экологии, экономики, обеспечения безопасности технологических процессов и жизни людей.

Научные разработки в направлении создания безопасных способов и оборудования по хранению, транспортировке и использованию водорода проводятся в многих странах мира. Для подтверждения сказанного в качестве примера можно сослаться на работы [5-7].

Водород хранят не только в чистом виде, но и в связанном состоянии в составах водородсодержащих химических материалов и как аккумулированный в составах веществ носителей H_2 . Также водород можно хранить в жидком криогенном состоянии, но это особый случай, который имеет свой порядок обеспечения безопасного применения жидкого водорода.

Наиболее безопасным методом хранения водорода с дальнейшим его применением является его аккумулирование в составах гидридов некоторых химических элементов [8-11]. Однако к настоящему времени производство гидридов является сравнительно дорогим способом их получения, также гидриды имеют индивидуальное применение, например, для энергообеспечения транспортных средств, в то же время, для массового потребления водорода, как

энергоносителя, использование гидридов имеет свои сложности и не всегда будет технически оправдано.

Таким образом, обеспечение высокой степени безопасности оборудования и систем производства, хранения, транспортировки и применения водорода является неотъемлемой и важной частью развития водородной энергетики, как основы создания зеленой экономики Таджикистана.

ЛИТЕРАТУРА

1. ecoles-nn.ru|tablitsa-teplotvornosti
2. Семенов, В.П. Водород, свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: Справочник / В.П. Семёнов, Н.Ф. Дубовкин, Р.П. Смирнова / Под ред. Д.Ю. Гамбурга, Н.Ф. Дубовкина. - М.: Химия, 1982. – 672 с.
3. Справочник азотчика / Под ред. Е.Н. Мельникова. - М.: Химия. – Т. 2. - 1969. – 459 с.
4. Карпов, Д.А. Водородная энергетика: хранение водорода в связанном виде / Д.А. Карпов, В.Н. Литуновский. - СПб: АО «НИИЭФА», 2016. – 94 с.
5. Радченко, Р.В. Водород в энергетике: Учебное пособие / Р.В. Радченко, А.С. Мокрушин, В.В. Тюльпа. - Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2014. – 229 с.
6. Проблемы аккумулирования и хранения водорода / В.Н. Фатеев, О.К. Алексеев, С.В. Коробцев [и др.] // Chemical Problems. – 2018. - №4 (16). – С. 453-483.
7. Технологии хранения водорода. Водородные накопители энергии / А.А. Хохонов, Ф.А. Шайхатдинов, В.А. Бобровский [и др.] // Успехи химии и химической технологии. – 2020. - Т. 34. - № 12. – С. 47-52.
8. Мирсаидов, У.М. Алюмогидриды металлов / У.М. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2004. – 86 с.
9. Мирсаидов, У.М. Синтез и свойства гидрида алюминия / У.М. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2004. – 105 с.
10. Мирсаидов, У.М. Борогидриды металлов / У.М. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2004. – 140 с.
11. Мирсаидов, У.М. Синтез, свойства и химические превращения боро- и алюмогидридов металлов / У.М. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2005. – 295 с.

ТАЪМИНИ БЕХАТАРИИ ИСТЕҶСОЛ ВА ИСТИФОДАБАРИИ ГИДРОГЕН

А. Шарифов, А.Ш. Насруллоев, О.А. Азизов, У.М. Мирсаидов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ulmas2005@mail.ru*

Дар мақола хусусиятҳои гидроген барои асоснок кардани бехатарии истеҳсол, нигоҳдорӣ, интиқол ва истифодаи он ҳамчун шомили энергияи тоза ва самаранок таҳлил карда шудааст.

***Калидвожаҳо:** гидроген, шомили энергия, таркиш, ноустуворӣ, нигоҳдорӣ, интиқол, истифодаи бехатар.*

ENSURING THE SAFETY OF HYDROGEN PRODUCTION AND APPLICATION

A. Sharifov, A.Sh. Nasrulloev, O.A. Azizov, U.M. Mirsaidov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, ulmas2005@mail.ru*

The article analyzes the properties of hydrogen to justify the safety of its production, storage, transportation and use as an efficient and clean energy carrier.

***Key words:** hydrogen, energy carrier, explosiveness, volatility, storage, transportation, safe use.*



ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БОРСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ, КАК РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЙТРОНОВ

А.М. Исоев, А.С. Курбонов, Р.С. Ёрматов, Х.Э. Пулатов, А.С. Давлатов

*Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, amirsho_77@bk.ru*

Представлены результаты исследований дифференциально-термического анализа шихты, состоящей из боросиликатного сырья и хлоридов натрия и кальция. Определены фазовые превращения состава руды при термической обработке.

***Ключевые слова:** боросиликатная руда, защита от нейтронов, рентгенограмма, эндоэффект, хлорид кальция, хлорид натрия.*

Цель настоящей работы – получение боросиликатных продуктов для защиты от нейтронов путём переработки боросиликатного сырья Ак-Архаского месторождения с хлоридами натрия и кальция, как хлорирующими агентами, дериватографическим методом (метод ДТА).

Для исследования были выбраны образцы борного сырья состава (таблица 1). В качестве хлорсодержащих реагентов были использованы NaCl и CaCl₂ марки «ХЧ».

Термические исследования выполнены на дериватографе Labsys Evo-1600 фирмы Setaram.

Таблица 1 - Химический состав боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения

B_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	TiO_2	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	П.п.п
12,5	39,5	1,58	2,2	0,85	32,4	0,75	0,15	0,29	0,1	0,03	0,11	9,08

На рисунке 1 представлена дериватограмма боросиликатной руды с указанием массы образца и скорости нагрева до 1000°C. Согласно термограмме, до температуры 500-550°C боросиликатное сырьё не претерпевает никаких изменений. Выше этих температур на кривых ДТА наблюдаются четыре эндоэффекта при 570, 600, 680 и 770°C.

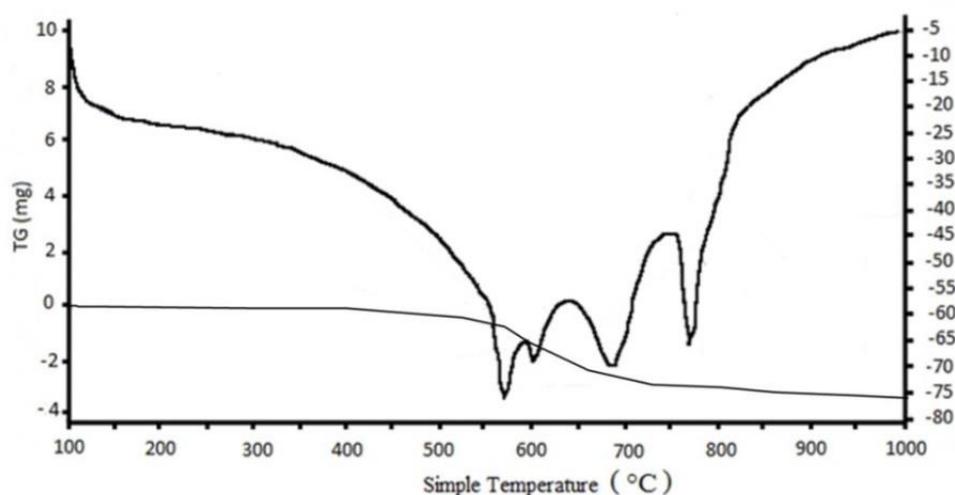


Рисунок 1 - Дериватограмма боросиликатного сырья с тепловыми эффектами (нагрев до 1000°C, при скорости 15°C/мин в течение 1 часа, масса навески 71 мг).

Эндотермические эффекты в диапазоне температур 570-680°C со значительными потерями веса образцов могут быть связаны с удалением кристаллизационной и конституционной воды из состава сырья. Эндоэффект в диапазоне температур 750-813°C соответствует разложению кальцита, датолита, данбурита, и геденбергита с образованием дибората кальция, силиката кальция, кварца и андратита.

На дериватограмме шихты, состоящей из борного сырья и NaCl, имеется 3 эндоэффекта при температурах 680, 740 и 813°C (рисунок 2).

Эндоэффекты при температурах 680 и 740°C с незначительной потерей массы образца, очевидно, связаны с удалением химически связанной воды и превращением α -модификации кварца в β -форму. Проявляющийся эндоэффект при температуре 813°C с уменьшением массы образца может быть связан с

разложением минералов состава руды и образованием дибората кальция, силиката кальция, силиката натрия, метабората натрия и выделением газов CO и Cl₂, согласно ниже приведённым реакциям:

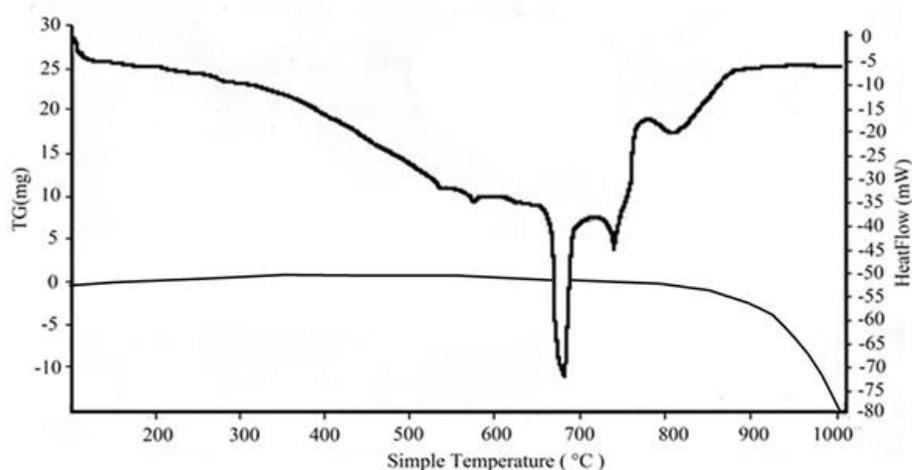
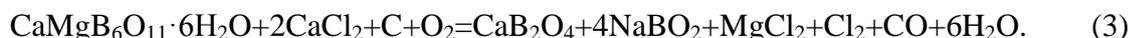


Рисунок 2 - Дериватограмма смеси боросиликатного сырья и NaCl с тепловыми эффектами (нагрев до 1000°C, при скорости 5°C/мин в течение 3 часов, масса навески 63 мг).

Дериватограмма борного сырья с CaCl₂ также имеет 5 эндозффектов при температурах 520, 610, 630, 670 и 750°C (рисунок 3).

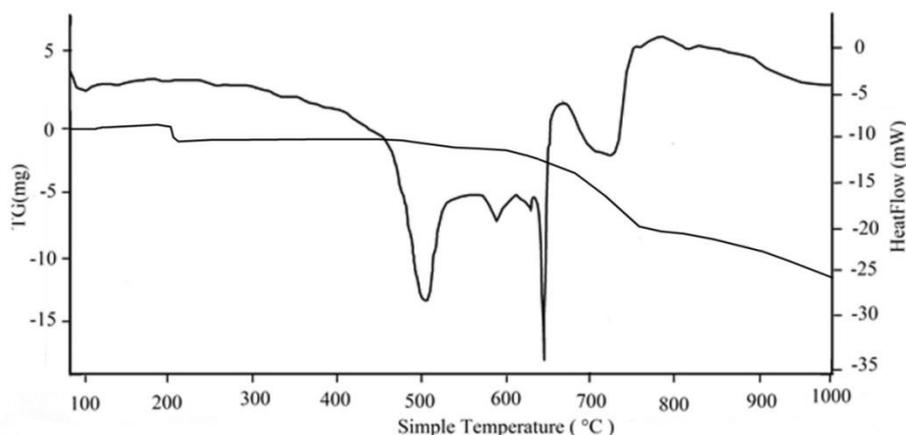
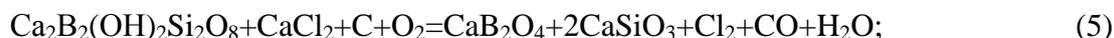


Рисунок 3 - Дериватограмма смеси боросиликатного сырья и CaCl₂ с тепловыми эффектами (нагрев до 1000°C, при скорости 5°C/мин в течение 3 часов, масса навески 45 мг).

Из термограммы видно что в случае эндозффекта, который происходит в диапазоне температур от 469 до 630°C изменение массы образца незначительно, следовательно это связано с превращением кварца в более активную форму – аморфную и удалением воды и гидроксильных групп состава минералов борного сырья. На линии TG уменьшение массы образца намечается при диапазоне

температур 630-800°C, что связано с выделением газов CO и Cl₂ в ходе реакций. При температуре 750°C в присутствии хлорида кальция происходит разложение минералов состава борного сырья с образованием дибората и силиката кальция по следующим реакциям:



ТАҲЛИЛИ ДИФФЕРЕНСИАЛӢ- ТЕРМИКИИ МИНЕРАЛҲОИ БОРДОР, ҲАМЧУН РЕАГЕНТҲО БАРОИ МУҲОФИЗАТ АЗ НЕЙТРОНҲО

А.М. Исоев, А.С. Курбонов, Р.С. Ёрматов, Х.Э. Пулатов, А.С. Давлатов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, amirsho_77@bk.ru*

Натиҷаҳои тадқиқоти таҳлили дифференсиалии термикии гудозиш, ки аз ашъёи хоми боросиликатӣ ва хлориди натрию калсий иборатанд, оварда шудаанд. Тағйироти марҳилавии таркиби маъдан ҳангоми коркарди гармӣ муайян карда шудааст.

Калидвожаҳо: маъдани боросиликатӣ, химоя аз нейтронҳо, рентгенограмма, эндоэффekt, хлориди калсий, хлориди натрий.

DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS OF BORON-CONTAINING MINERALS AS REAGENTS FOR NEUTRON PROTECTION

A.M. Isoev, A.S. Kurbonov, R.S. Yormatov, Kh.E. Pulatov, A.S. Davlatov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, amirsho_77@bk.ru*

The results of studies of differential thermal analysis of mixture, consisting of borosilicate raw materials, sodium and calcium chlorides, are presented. The phase transformations of ore composition during heat treatment have been determined.

Key words: borosilicate ore, neutron protection, X-ray, endoeffect, calcium chloride, sodium chloride.



ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

А. Шарифов, О.А. Азизов, М. Шодмонова, У.М. Мирсаидов

*Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, sharifov49@mail.ru*

В статье анализируется концепция внедрения водородной энергетики в Таджикистане.

Ключевые слова: *концепция, водородная энергетика, зелёный энергоноситель, зеленая экономика.*

Суть «Водородной энергетики» выражается в использовании водорода в качестве энергоносителя современности. Выбор водорода в качестве энергоносителя объясняется прежде всего чистотой его сжигания, продуктом которого является вода. H_2 самый распространённый химический элемент во Вселенной с неограниченным сырьевым ресурсом (вода и все органические вещества), теплотворность разных сортов H_2 оценивается в пределах от 120 до 144 мДж/кг, что в среднем превышает теплотворность природного газа и каменного угля соответственно в 3,59 и 4,43 разов.

Государственная программа создания зеленой экономики практически требует проведения технической революции в отраслях использования энергоносителей, в связи с чем возникает необходимость в разработке концепции развития водородной энергетики в Таджикистане. Данная концепция должна охватывать от определения ресурсов Таджикистана для производства водорода до основных его потребителей, способов внедрения водородной энергетики в хозяйственных отраслях экономики, подготовки кадров, принципов эффективного и безопасного пользования водорода, и других вопросов создания новой отрасли.

Водород H_2 уже более 100 лет получают в основном двумя способами: 1) *электролизом воды* и 2) *конверсионным превращением углеводородов в CO и H_2* . Для осуществления обоих способов получения H_2 в Таджикистане имеется огромный сырьевой и энергетический потенциал, который можно разделить на две составляющие: первая составляющая – запасы угольных месторождений, оценённые в более 4,5 млрд. т [1]; вторая составляющая – гидроэнергетическая мощность рек регионов, способная обеспечить производство 527 млрд. кВт-ч электроэнергии в год [2]. Имеется и третий косвенный природный потенциал: более 300 дней практически во всех регионах Таджикистана являются солнечными. Эффективное использование солнечной энергии позволяет создавать автономное производство водорода в любом регионе страны.

Водородная энергетика является наукоёмкой отраслью, без создания научно-технической основы и целенаправленной подготовки специалистов разного профиля её невозможно эффективно создать и внедрить в промышленной, энергетической, транспортной и других отраслях экономики страны. Независимо от

существования результатов научных исследований в мировых публикациях, необходимо также и в Таджикистане проводить научные исследования по способам получения водорода из местных сырьевых источников, его использования на предприятиях с учётом специфики осуществляемых в их производствах технологических процессов, проблемам хранения, транспортировки и обеспечения безопасности использования H_2 и по многим другим вопросам, возникающих на местах производства и применения водорода.

Производство водорода осуществляется по классическим технологиям, однако сложной составляющей водородной энергетики является применение водорода в качестве энергоносителя. Эта сложность связана со свойствами самого водорода: он легкий летучий газ с плотностью $0,0897 \text{ г/см}^3$, взрывоопасен (взрывоопасная концентрация H_2 в воздухе 4...75% объём.), имеет высокий коэффициент диффузии в воздухе и другие негативные свойства. Низкая плотность водорода требует, чтобы его хранили и транспортировали при давлениях до 100 МПа, при этом оборудование следует делать из высокопрочных, но легких материалов с высоким коэффициентом конструктивных качеств, и оно должно обеспечить абсолютную герметичность во избежание летучести газа. Для горения водорода также необходимо использование индивидуальной системы, зависящей от специфики объекта энергопользования. Однако эти сложности решаемые при непосредственном осуществлении плана создания отрасли в экономике страны. Первый камень в создание водородной энергетики в Таджикистане был заложен ещё в 70-е годы прошлого века, когда построили предприятие по производству аммиака и карбамида в г.Сарбанд (Хатлонская область), а научная основа была создана проведением фундаментальных исследований в Институте химии имени В.И. Никитина по получению водородсодержащих соединений, важных для применения в некоторых отраслях промышленности [3-5].

Потенциальные возможности Таджикистана позволяют перейти от использования угля к использованию водорода, полученного из углеродсодержащего сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахимов, Б.А. Угольная промышленность Таджикистана, состояние и перспективы развития / Б.А. Абдурахимов, Р.В. Охунов. - Душанбе: Недра, 2011. – 248 с.
2. Безотходная технология газификации угля для получения тепла и химических веществ / А. Шарифов, З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов [и др.] // Горный журнал. – 2022. - № 9. – С. 134-139.
3. Мирсаидов, У.М. Алюмогидриды металлов / У.М. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2004. – 86 с.
4. Мирсаидов, У.М. Синтез и свойства гидрида алюминия / У.М. Мирсаидов. - Душанбе: Дониш, 2004. –105 с.

ЭНЕРГЕТИКАИ ҲИДРОГЕНӢ: РОҲҶОИ АСОСӢ

А. Шарифов, О.А. Азизов, М. Шодмонова, У.М. Мирсаидов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, sharifov49@mail.ru*

Дар мақола консепсияи ҷорӣ намудани энергетикаи ҳидрогенӣ дар Тоҷикистон таҳлил карда шудааст.

Калидвожаҳо: *консепсия, энергетикаи ҳидрогенӣ, энергияи сабз, иқтисодиёти сабз.*

HYDROGEN ENERGY: KEY DIRECTIONS

A. Sharifov, O.A. Azizov, M. Shodmonova, U.M. Mirsaidov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, sharifov49@mail.ru*

The article analyzes the concept of hydrogen energy introduction in Tajikistan.

Key words: *concept, hydrogen energy, green energy carrier, green economy.*



СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЙТРОНОВ

К.И. Негматуллоев, А.С. Курбонов, А.М. Исоев, А.П. Тагаев, Б.Б. Баротов

*Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru*

В работе исследуется боросиликатное стекло, синтезированное из местного сырья, с целью использования в области ядерной безопасности, как материал для защиты от нейтронов и в химической промышленности. Проведены исследования по выбору оптимального химического состава и режиму синтеза стекла. Разработана технологическая схема получения боросиликатного стекла.

Ключевые слова: *боросиликатное стекло, синтез, радиационная защита, химический состав, поток нейтронов.*

Боросиликатное стекло является многофункциональным материалом и находит широкое применение в разных отраслях промышленности. У боросиликатного стекла коэффициент теплового расширения очень мал, среди стёкол он меньше только у кварцевого стекла (почти в 10 раз). Это позволяет стеклу не трескаться при резких изменениях температуры. Этим также обусловлено его применение в качестве противопожарного, и в других случаях,

когда необходима термическая стойкость. Поскольку коэффициент плотности у боросиликатной основы выше, чем у силикатных стёкол, оно лучше защищено от риска физических повреждений.

Для их изготовления применяют стёкла, химический состав которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав боросиликатного стекла

Компоненты	SiO ₂	B ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	SO ₃
Мас%	68-73	2,5-8,5	6-11	7-10,5	0,3-0,5

Известен способ получения стекла на основе доменных шлаков [1], включающий плавление шихты, варку при 1450-1500°C, гомогенизацию и охлаждение, причём варку стёкол ведут при весовом соотношении в шихте избыточной сульфидной серы и сульфата натрия 1:(5-20) в окислительной или нейтральной среде.

Боросиликатное стекло получено также из сырьевых материалов состава: SiO₂ (кремнезём) - 65-70%; сода кальцинированная - 20-25%; сульфат натрия - 0,1-1,0%; каменный уголь - 0,5-2,0%; полевого шпата - 5-10%; мел - 9-13%; доломит - 5-8%; борная кислота – 1-3%. Сущность указанного способа заключается в том, что стекольную шихту получают путём перемешивания предварительно увлажнённого песка с кальцинированной содой, красителями, полевым шпатом, мелом, доломитом, борной кислотой и сульфата натрия и плавят при температуре 1450-1550°C.

В качестве основных сырьевых материалов предлагаем использовать Боросиликатные руды месторождения Ак-Архар Таджикистана, по составу которые совпадают с составами шихты для получения борного стекла и позволит сэкономить на транспортировке (таблица 2).

Таблица 2 - Химический состав боросиликатной руды Ак-Архарского месторождения

Содержание, мас%	Компоненты												
	B ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	П.п.п.
	10.4	59.8	1.27	2.2	1.39	19.6	0.75	0.15	0.29	0.1	0.03	0.11	3.91

Для выбора оптимального состава обратились к литературным источникам [2] и патентам [3-4]. Синтез проводили в силитовой лабораторной печи при 1200-1500°C, стекломассу выливали на металлическую подложку.

Сущность метода получения боросиликатного стекла заключается в том, что боросиликатную руду Ак-Архарского месторождения сначала измельчают, затем для удаления железа измельчённое сырьё обрабатывают соляной или серной

кислотой, сухой остаток нагревают (варка стекла) в печи до 1200-1500°C, гомогенизируют и охлаждают. По следующей технологической схеме получают борсодержащее стекло (рисунок 1).

Полученное боросиликатное стекло исследовали экспериментально: измерены термическое расширение и плотность; снижение потока нейтронов на установке (рисунки 2 и 3).

Образец боросиликатного стекла толщиной 3 мм вставлялся у входа контейнера, где выходят потоки нейтронов, и нейтронным детектором (Inspector 1000, Canberra USA) измерялось ослабление потока.

Результаты испытания показали эффективность полученных образцов и снижение потока нейтронов на 20%.

Таким образом, многие технические проблемы, где требуется снижение веса при низкой теплопроводности, достаточной прочности и экономии объёма, высокой химической стойкости материала для защиты от нейтронов, могут быть решены с применением боросиликатного стекла. Оно намного долговечнее других материалов, используемых сегодня в качестве заполнителей.



Рисунок 1 - Технологическая схема получения боросиликатного стекла.



Рисунок 2.



Рисунок 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульц, М.М. Современные представления о строении стекла и его свойствах / М.М. Шульц, О.В. Мазурин. – Л.: Наука, 1998.
2. Гуляян, Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий / Ю.А. Гуляян. - Владимир: Транзит-Икс, 2015. - 712 с.
3. Пат. №2215699 РФ. Способ получения стекла / М.Я. Валеев.
4. А.с № 666137 (СССР). Технология стекла / Л.М. Бутт, Поляк [и др.]. Кл.СОЗВ 1/00, 1979.

СИНТЕЗИ МАВОДҲО БАРОИ ҲИМОЯ АЗ НЕЙТРОНҲО

К.И. Негматуллоев, А.С. Курбонов, А.М. Исоев, А.П. Тагоев, Б.Б. Баротов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ulmas2005@mail.ru*

Дар мақола шишаи боросиликатӣ, ки аз ашёи хоми маҳаллӣ синтез карда шуда, бо мақсади истифодаи он дар соҳаи бехатарии ядрои, ҳамчун маводи ҳимоя аз нейтронҳо ва дар саноати химиявӣ тадқиқ карда шудааст. Тадқиқотҳо оид ба интихоби муносиби таркиби химиявӣ ва речаи синтези шиша гузаронида шудаанд. Нақшаи технологии ба даст овардани шишаи боросиликатӣ тартиб дода шудааст.

Калидвожаҳо: шишаи боросиликатӣ, синтез, ҳимояи радиатсионӣ, таркиби химиявӣ, селай нейтронҳо.

SYNTHESIS OF MATERIALS FOR NEUTRON PROTECTION

K.I. Negmatulloev, A.S. Kurbonov, A.M. Isoev, A.P. Tagoev, B.B. Barotov,

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, ulmas2005@mail.ru*

The paper studies the borosilicate glass synthesized from local raw materials for application as a material for protection against neutrons, which can be used for nuclear safety purposes as well as in the chemical industry. Studies have been carried out on the selection of the optimal chemical composition and the mode of glass synthesis. A technological scheme for the obtaining of borosilicate glass has been developed.

Key words: borosilicate glass, synthesis, radiation protection, chemical composition, neutron flux.



ОСОБЕННОСТИ ХЛОРИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ МИНЕРАЛОВ БОРОСИЛИКАТНЫХ РУД

***А.М. Исоев, М.М. Тагоев, П.М. Ятимов, А.С. Курбонов, Р.С. Ёрмадов,
И.М. Рахимов***

*Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, mirodbek.tagoev@mail.ru*

В статье приводятся результаты хлорного разложения отдельных минералов боросиликатных руд Ак-Архарского месторождения Таджикистана, найдены рациональные параметры процесса хлорирования данбурита и датолита. Показано, что данбурит хлорируется при более мягких условиях, чем датолит. Представлена схема установки получения трёххлорного бора.

Ключевые слова: хлорирование, данбурит, датолит, борная руда, степень извлечения, трёххлористый бор.

Для переработки борной руды наряду с кислотными методами [1-3] перспективным считается хлорная технология с получением трёххлористого бора - ценного продукта для химической промышленности.

Физико-химические свойства боратов, синтез боратов в водный раствор, технология неорганических соединений бора исследованы в работах [4-8]. В работах [9-12] определены условия хлорного разложения боросиликатных руд. В этих работах установлены наиболее рациональные параметры процесса: предварительный обжиг при температуре 950°C и продолжительности хлорирования 60 минут в присутствии восстановителя. Исследована кинетика хлорирования борной руды хлором, вычислена энергия активации процесса и разработана принципиальная технологическая схема комплексной переработки борной руды месторождения Ак-Архар хлорным методом.

В настоящей работе исследовано хлорирование отдельных минералов Ак-Архарского месторождения Таджикистана.

Необходимым условием осуществления процесса хлорирования оксидсодержащего сырья является присутствие углеродистого восстановителя. Высокие требования предъявляются к исходному сырью по содержанию влаги, поскольку её присутствие при хлорировании влечёт за собой дополнительный

расход хлора. На процесс хлорирования существенное влияние оказывает минералогический состав сырья, температура, размер частиц.

Определённый научный и практический интерес представляет изучение условий хлорирования отдельных минералов, выделенных из состава боросиликатной руды. Выделение фракций минералов из состава борной руды осуществлялось в лаборатории ПО «Таджикгеология» и достоверность их подтверждена химическим, рентгенофазовым и кристаллооптическим методами. К основным минералам, входящим в состав указанных боросиликатных руд относятся: данбурит, датолит, пироксен, кварц, кальцит, гранат.

При хлорировании борной руды ранее были найдены оптимальные условия хлорирования: содержание угля в шихте 50%, температура 800°C, продолжительность 1,5 часа, расход хлора 20-40 мл/мин, размер частиц 0,1 мм, при которых достигнута максимальная степень извлечения оксидов (в%): V_2O_5 - 92%, Fe_2O_3 - 99%, Al_2O_3 - 85%.

Хлорирование минералов, входящих в состав боросиликатных руд, проводили в интервале 400-900°C. Результаты анализов по извлечению боридов для данбурита и датолита приведены на рисунках 1 и 2.

Значения степени хлорирования минерала данбурита на рисунке 1 показывают, что хлорирование начинается при 400°C и при увеличении температуры до 850°C достигает 92% при продолжительности процесса 1,5 часа, содержании восстановителя 50% от веса руды.

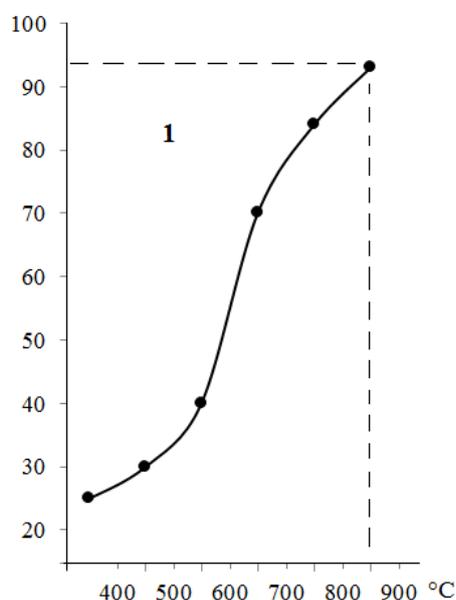


Рисунок 1 - Зависимость степени извлечения BCl_3 от температуры (продолжительность процесса 1,5 часа) для данбурита.

Хлорирование датолита (рисунок 2) протекает при более высоких температурах от 450 до 950°C и степень извлечения BCl_3 составляет 85%.

Как показывают опыты, датолит в отличие от данбурита является трудновскрываемым, так как, по-видимому, имеет жесткую кристаллическую структуру.

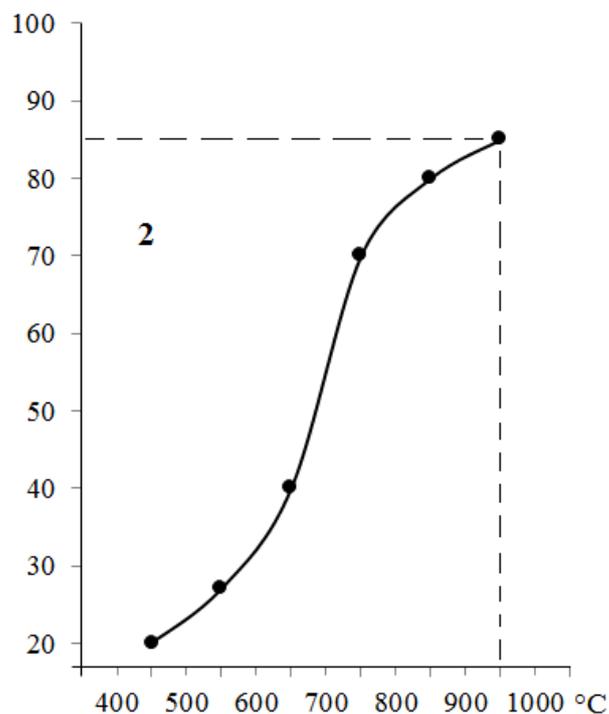


Рисунок 2 - Зависимость степени извлечения BCl_3 от температуры (продолжительность процесса 1,5 часа) для датолита.

Анализ степени хлорирования минералов, входящих в состав борной руды, указывает на более лёгкую вскрываемость данбурита, где степень извлечения и извлечения BCl_3 составляет 92%.

Для хлорирования минералов боросиликатной руды Ак-Архарного месторождения использовали модернизированную установку (рисунок 3).



Рисунок 3 - Установка для хлорирования данбурита и датолита.

Для получения BCl_3 сначала проводили хлорирование при температуре 350-450°C для удаления FeCl_3 , затем при более высоких температурах 750-850°C с получением BCl_3 .

Таким образом, на степень хлорирования компонентов, входящих в состав минералов, вероятно, оказывают влияние не только фазовый состав и кристаллическая структура исходных минералов, но и физико-химические свойства образующихся хлоридных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирсаидов, У.М. Кислотное разложение боросиликатных руд / У.М. Мирсаидов, А.С. Курбонов, Э.Д. Маматов. - Душанбе, Дониш, 2015. – 91 с.
2. Ашуров, Н.А. Сернокислотное разложения данбурита / Н.А. Ашуров, Э.Д. Маматов, А.С. Курбонов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2008. – Т. 51. - № 6. - С. 432-435.
3. Мирсаидов, У.М. Извлечение борного ангидрида из боросиликатных руд / У.М. Мирсаидов, А.С. Курбонов, Э.Д. Маматов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2015. - № 2 (158). - С. 21-25.
4. Николаев, А.В. Физико-химическое изучения природных боратов / А.В. Николаев. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 240 с.
5. Кешан, А.Д. Синтез боратов водном растворе и их исследование / А.Д. Кешан. – Рига: Изд-во АН ЛатвССР, 1955. – 240 с.
6. Kemp P.H. The Chemistry of the Borates. Pt. I / P.H. Kemp. – London, 1956. – 90 p.
7. Годе, Г.К. Синтез боратов. - Ч.1 / Г.К. Годе. – Рига, 1971. – 58 с.
8. Ткачев, К.В. Технология неорганических соединений бора / К.В. Ткачев, Ю.С. Плышевский. – Л.: Химия, 1983. – 208 с.
9. Хлорирование данбурита месторождения Ак-Архар (Таджикистан) / Н.А. Ашуров, Э.Д. Маматов, А.С. Курбонов [и др.] // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2009. - Т. 52. - № 2. - С. 116-119.
10. Хлорирование предварительно обожжённого концентрата данбурита и расчёт кинетических параметров / У.М. Мирсаидов, П.М. Ятимов, Э.Д. Маматов [и др.] // Известия. АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2013. - № 2 (151). - С. 79-84.
11. Хлорирование концентрата данбурита / У.М. Мирсаидов, П.М. Ятимов, Э.Д. Маматов [и др.] // Известия. АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2014 - № 1 (154). - С. 84-87.
12. Ашуров, Н.А. Хлорирование исходного данбурита месторождения Ак-Архар / Н.А. Ашуров, П.М. Ятимов, Э.Д. Маматов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2014. - № 3 (134). - С. 120-124.

ХУСУСИЯТҲОИ ХЛОРОНИДАНИ МИНЕРАЛҲОИ АЛОҲИДАИ МАЪДАНҲОИ БОРОСИЛИКАТӢ

*А.М. Исоев, М.М. Тагоев, П.М. Ятимов, А.С. Курбонов, Р.С. Ёрмадов,
И.М. Раҳимов*

Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,

ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, murodbek.tagoev@mail.ru

Дар мақола натиҷаҳои бо хлор таҷзия намудани минералҳои алоҳидаи маъдани боросиликати кони Ак-Архари Тоҷикистон оварда шудааст, параметрҳои ратсионалии раванди хлоронидани данбурит ва датолит ёфт шудааст. Нишон дода шудааст, ки хлоронидани данбурит нисбат ба датолит дар шароитҳои нисбатан мусоид мегузарад. Нақшаи кории ба даст овардани сеҳлориди бор пешниҳод шудааст.

***Калидвожаҳо:** хлоронидан, данбурит, датолит, маъдани бордошта, дараҷаи ҷудошавӣ, сеҳлориди бор.*

FEATURES OF CHLORINATION OF SOME MINERALS OF BOROSILICATE ORES

*A.M. Isoev, M.M. Tagoev, P.M. Yatimov, A.S. Kurbonov, R.S. Yormadov,
I.M. Rakhimov*

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, murodbek.tagoev@mail.ru*

The results of chlorine decomposition of some minerals of borosilicate ores of Ak-Arkhar deposit of Tajikistan have been discussed in the present article. The optimal conditions of chlorination process of danburite and datolite have been defined. It has been shown that danburite is chlorinated under milder conditions than datolite. An installation scheme for obtaining of boron trichloride is presented.

***Key words:** chlorination, danburite, datolite, boron ore, extraction degree, boron trichloride.*



ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БОРНЫХ ПРОДУКТОВ СПЕКАТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ

*А.С. Давлатов, А.С. Курбонов, Х.С. Пулатов, А.М. Исоев, М.М. Тагоев,
И.М. Рахимов*

*Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, mirodbek.tagoev@mail.ru*

В статье приведены результаты спекательного метода переработки боросиликатных руд Таджикистана. Описана переработка борного сырья Ак-Архарского месторождения Таджикистана спеканием с различными реагентами.

***Ключевые слова:** боросиликатное сырьё, спекание, хлорид натрия, хлорид кальция, сульфат натрия.*

Как известно, химическая безопасность представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление воздействия аварийно химических опасных веществ на население и персонал химически опасных объектов, уменьшение масштабов последствий химических аварий.

Необходимость проведения мероприятий химической безопасности при работе с борными продуктами обуславливается токсичностью химически опасных веществ, используемых в процессе спекания борного сырья.

В работах [1-3] для спекания борного сырья использован ряд натрийсодержащих реагентов: Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , Na_2NO_3 .

Определены технологические условия переработки боросиликатов Ак-Архара с нитратом, карбонатом и сульфатом натрия.

В настоящей работе изучено спекание боросиликатных руд Ак-Архарского месторождения с хлоридами натрия и кальция и дан сравнительный анализ спекания с другими реагентами с последующей обработкой каждого спека растворами соляной кислоты.

Установлены оптимальные физико-химические параметры переработки боросиликатов Ак-Архарского месторождения с хлоридами натрия, кальция и сульфатом натрия на различных стадиях технологического процесса.

Результаты спекания исходного сырья и его концентрата с реагентами приведены в таблицах 1 и 2. Показано, что для концентрата борного сырья при температурах 400-850°C степень извлечения для B_2O_3 составляет 68%, для Al_2O_3 – 88%, для Fe_2O_3 – 91.0%. Оптимальным временем извлечения компонентов является 60 мин.

Исходя из полученных результатов, предложены следующие оптимальные условия процесса спекания концентрата боросиликатного сырья с кальциевыми и натриевыми реагентами: температура 850°C, время процесса 60 мин, соотношение реагент (карбонаты) – сырьё = 1:2. При этих условиях степень извлечения компонентов составляет (в %): Al_2O_3 – 88.0; Fe_2O_3 – 91.0%; B_2O_3 – 68.0%.

Таблица 1 – Извлечение полезных компонентов в процессе спекания исходного боросиликатного сырья с натрий- и кальцийсодержащими реагентами

Извлечение компонентов, %	Реагенты		
	CaCl ₂	NaCl	Na ₂ SO ₄
B ₂ O ₃	84.3	82.1	82.0
Al ₂ O ₃	87.3	28.7	90.0
Fe ₂ O ₃	94.1	91.7	80.0

Таблица 2 - Извлечение полезных компонентов в процессе спекания концентрата боросиликатного сырья с натрий- и кальцийсодержащими реагентами

Извлечение компонентов, %	Реагенты				
	CaCl ₂	CaCO ₃ /Na ₂ CO ₃	NaCl	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄
B ₂ O ₃	93.2	68.0	91.1	82.0	92.1
Al ₂ O ₃	95.3	88.0	94.0	78.0	96.3
Fe ₂ O ₃	88.6	91.0	98.0	91.0	95.4

Натрий- и кальцийсодержащие соединения являются эффективными реагентами при спекании боросиликатного сырья. Реагенты – карбонаты натрия и кальция выбраны для спекания с целью получения комплексных удобрений, содержащих наряду с азотом борные продукты.

Среди выбранных реагентов наиболее доступным является CaCl₂. Как показали исследования, при использовании хлорида кальция извлечение полезных компонентов составляет более 90%.

На рисунках 1 и 2 приведены результаты спекания исходного боросиликатного сырья и его концентрата с различными реагентами. Как видно из таблиц 1 и 2 и рисунков 1 и 2, для спекания боросиликатных руд и их концентратов наиболее перспективным является хлорид кальция.

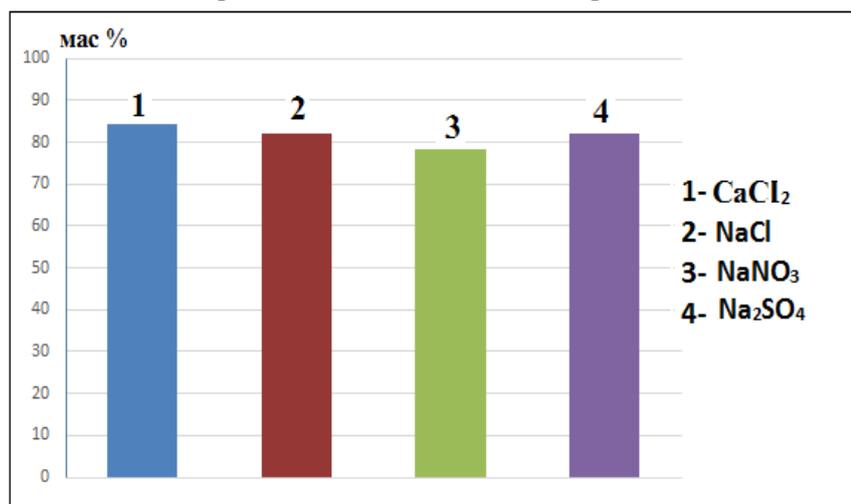


Рисунок 1 – Степень извлечения B₂O₃ методом спекания исходной боросиликатной руды с различными реагентами.

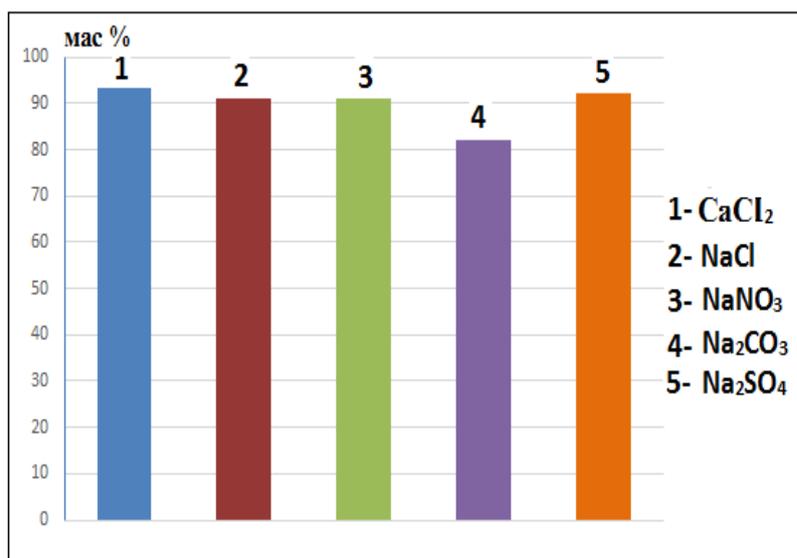


Рисунок 2 – Степень извлечения V_2O_5 из концентрата боросиликатной руды методом спекания с различными реагентами.

Можно отметить, что спекание борного сырья с натрий- и кальцийсодержащими реагентами выгодно отличается от спекания с другими реагентами простым оперированием процесса и возможностью увеличения степени извлечения полезных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спекательные методы переработки боросиликатных руд Таджикистана / У.М. Мирсаидов, А.С. Курбонов, Ф.А. Назаров, М.М. Тагоев. – Душанбе: Дониш, 2020. – 124 с.
2. Назаров, Ш.Б. Высокотемпературная переработка боросиликатной руды с сульфатом натрия / Ш.Б. Назаров, М.М. Тагоев, У.М. Мирсаидов // Вестник Таджикского национального университета. – 2019. - №1. – С. 250-257.
3. Назаров, Ф.А. Переработка боросиликатной руды методом спекания / Ф.А. Назаров, А.С. Курбонов, А.М. Баротов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2017. – Т. 60. - № 7-8. – С. 329-332.

БЕХАТАРИИ ХИМИЯВӢ ҲАНГОМИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ МАВОДҲОИ БОР БО УСУЛИ ГУДОҲТАН

*А.С. Давлатов, А.С. Курбонов, Х.С. Пулатов, А.М. Исоев, М.М. Тагоев,
И.М. Рахимов*

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, murodbek.tagoev@mail.ru*

Дар мақола натиҷаҳои усули ғудохтани коркарди маъданҳои боросиликати Тоҷикистон оварда шудааст. Коркарди ашёи хоми бор аз кони Ак-Архари Тоҷикистон бо реагентҳои гуногун ғудохташуда, тасвир карда шудааст.

Калидвожаҳо: ашёи хоми боросиликатӣ, ғудохтан, хлориди натрий, хлориди калсий, сульфати натрий.

CHEMICAL SAFETY DURING OBTAINING THE BORON PRODUCTS BY SINTERING METHOD

***A.S. Davlatov, A.S. Kurbonov, Kh.S. Pulatov, A.M. Isoev, M.M. Tagoev,
I.M. Rakhimov***

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe,
Republic of Tajikistan, murodbek.tagoev@mail.ru*

The article presents the results of the sintering method for processing of borosilicate ores in Tajikistan. The processing of boron raw materials from the Ak-Arkhar deposit in Tajikistan by sintering with various reagents is described.

Key words: *borosilicate raw materials, sintering, sodium chloride, calcium chloride, sodium sulfate.*



ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БОРНЫХ ПРОДУКТОВ РАЗЛОЖЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ

A.C. Курбонов, P.C. Ерматов, A.C. Давлатов, X.Э. Пулатов, С. Кодирзода

*Институт химии им .В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, amirsho_77@bk.ru*

В статье приводятся результаты кислотного разложения боросиликатных руд Таджикистана минеральными кислотами. Найдены оптимальные условия проведения процессов разложения.

Ключевые слова: *борная руда, разложение, серная кислота, соляная кислота, азотная кислота.*

При получении борных продуктов разложением кислотами предварительно принимаются комплексные меры по минимизации последствий, обусловленных потерей герметичности ёмкостей и реактивов. Разрабатываются конкретные меры в случае аварии при проведении процесса разложения. Рекомендуется использование чистых материалов с соблюдением регламента проведения процесса.

В настоящее время Таджикистан нуждается в получении борных соединений для различных областей промышленности, сельского хозяйства, а также как материалов для защиты от радионуклидов.

В перечень производств борных соединений можно включить:

а) производство ангидрида бора, которое может сочетаться с производством трихлорида бора – BCl_3 ;

б) производство микроудобрений;

в) производство буры, пербората натрия, эмалей;

г) производство комплексных гидридов, тетрагидридоборатов металлов, карборанов и др.), которое может сочетаться с производством ацетилена с применением плазмотронных способов;

д) производство карбида бора, нитрата бора и др.

В работах ряда авторов [1-3] была рассмотрена переработка боросиликатных руд некоторыми минеральными кислотами и хлорным методом.

В настоящей работе приведены результаты исследований по разработке физико-химических основ и технологии кислотного разложения борного сырья с нахождением оптимальных условий выделения полезных компонентов.

Изучено влияние температуры, длительности процесса, концентрации и дозировки кислоты на процесс разложения, что играет важную роль в нахождении оптимальных технологических параметров.

В таблице 1 приведены результаты разложения боросиликатных руд кислотами при оптимальных параметрах. Как видно из таблицы 1, максимальное извлечение оксида бора (93,9%) наблюдается при извлечении азотной кислотой и при следующих оптимальных условиях: температура процесса - 95°C , продолжительность процесса – 60 мин, концентрация кислоты – 15%. Борная руда была предварительно термически обработана при 950°C .

Определены также условия разложения исходной и обожжённой боросиликатных руды серной кислотой при следующих оптимальных условиях: t - 95°C , τ – 60 мин, $C_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ - 30-40%.

Для концентрата боросиликатных руд с содержанием $\text{B}_2\text{O}_3=17,4\%$ при солянокислотном разложении найдены следующие оптимальные параметры: t – $85-90^\circ\text{C}$, τ – 60 мин, C_{HCl} - 18-20%. Извлечение оксида бора из обожжённого концентрата составляет 86,7%.

В таблице 1 и на рисунках 1 и 2 систематизированы полученные экспериментальные данные по разложению боросиликатных руд минеральными кислотами – HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , а также уксусной кислотой.

Как видно из таблицы 1, наиболее подходящими кислотами являются HNO_3 и CH_3COOH . При оптимальных параметрах разложения: температуре 95°C , продолжительности процесса 60 мин извлечение B_2O_3 в случае обожжённого концентрата боросиликатной руды составляет более 90%.

Обобщая данные по разложению боросиликатных руд, необходимо отметить, что для переработки наиболее подходящим сырьём является обожжённый концентрат боросиликатной руды.

Таблица 1 - Разложение боросиликатных руд кислотами при оптимальных параметрах

Кислоты	Боросиликатная руда											
	исходная боросиликатная руда			обожжённая боросиликатная руда			концентрат боросиликатного сырья			обожжённый концентрат боросиликатного сырья		
	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
HCl , оптимальные параметры разложения: t=80-90°C, τ=60 мин, C _{HCl} =20%	9.28	35.6	28.1	53.2	64.7	42.2	48.6	79.4	-	86.7	96.2	86.4
H₂SO₄ , оптимальные параметры разложения: t=90-95°C, τ=60 мин, C _{H₂SO₄} =30-40%	6.5	23.6	17.6	34.1	56.8	41.9	35.1	73.6	-	85.2	94.6	-
HNO₃ , оптимальные параметры разложения: t=95°C, τ=60 мин, C _{HNO₃} =15%	17.7	49.1	20.8	75.4	86.7	68.9	28.5	59.6	34.2	93.9	98.2	84.1
CH₃COOH , оптимальные параметры разложения: t=100°C, τ=45 мин, C _{CH₃COOH} =20%	19,7	15,4	11,6	76,5	85,1	73,4	20,9	17,6	12,5	90,1	88,2	93,5

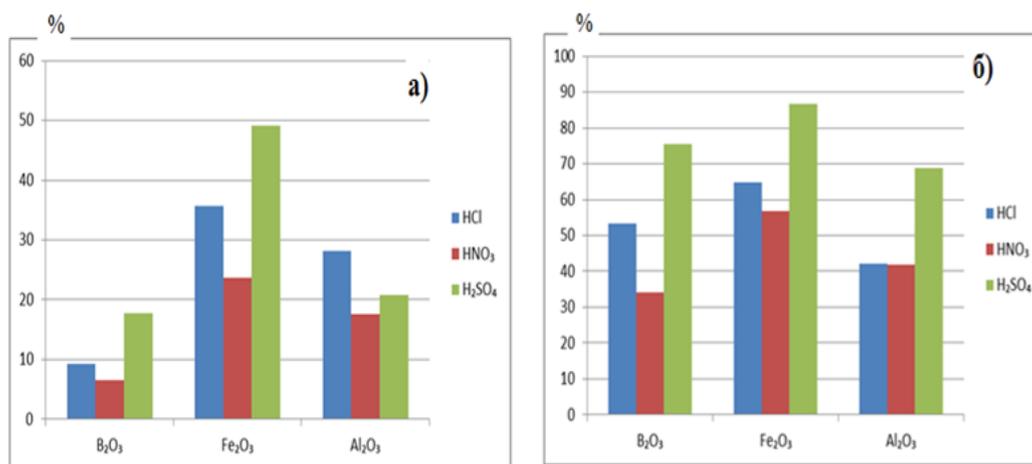


Рисунок 1 – Извлечение полезных компонентов из боросиликатных руд: а) исходная руда; б) обожжённая исходная руда.

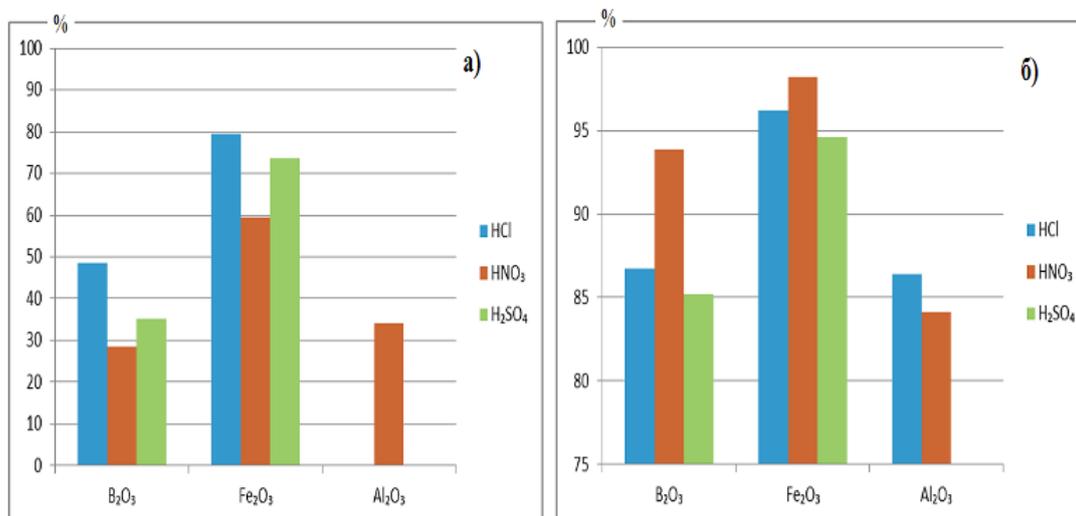


Рисунок 2 – Извлечение полезных компонентов из концентрата боросиликатной руды: а) концентрат; б) обожжённый концентрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирсаидов, У.М. Комплексная переработка бор- и алюминийсиликатных руд Таджикистана / У.М. Мирсаидов, Э.Д. Маматов. – Душанбе: Дониш, 2013. – 115 с.
2. Мирсаидов, У.М. Кислотное разложение боросиликатных руд / У.М. Мирсаидов, А.С. Курбонов, Э.Д. Маматов. – Душанбе: Дониш, 2015. – 96 с.
3. Усмонова, У.Х. Разложение обожжённого исходного данбурита и данбуритового концентрата соляной кислотой / У.Х. Усмонова, Э.Д. Маматов, У.М. Мирсаидов // Известия АН Республики Таджикистан. – 2012. - № 2 (147). – С. 71-76.

БЕХАТАРИИ ХИМИЯВӢ ҲАНГОМИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ МАҲСУЛОТИ БОР ТАВАССУТИ ТАҶЗИЯ АЗ КИСЛОТАҲОИ МИНЕРАЛӢ

А.С. Курбонов, Р.С. Ёрматов, А.С. Давлатов, Х.Э. Пулатов, С. Қодирзода

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, amirsho_77@bk.ru*

Дар мақола натиҷаҳои таҷзияи кислотагии маъданҳои боросиликати Тоҷикистон бо кислотаҳои минералӣ оварда шудаанд. Шароити муносиби гузаронидани равандҳои таҷзияшавӣ ёфта шудаанд.

***Калидвожаҳо:** маъдани бор, таҷзия, кислотаи сулфат, кислотаи гидрохлорид, кислотаи нитрат.*

CHEMICAL SAFETY AT OBTAINING BORON PRODUCTS BY DECOMPOSITION WITH MINERAL ACIDS

A.S. Kurbonov, R.S. Ermatov, A.S. Davlatov, Kh.E. Pulatov, S. Kodirzoda

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe,
Republic of Tajikistan, amirsho_77@bk.ru*

The article presents the results of acid decomposition of Tajik borosilicate ores with mineral acids. The optimal conditions for the decomposition processes have been defined.

Key words: boron ore, decomposition, sulfuric acid, hydrochloric acid, nitric acid.



ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВО ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ТАДЖИКИСТАНЕ

К.М. Назаров, А.М. Исоев, С. Кодирзода, И.М. Рахимов

*Институт химии им .В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, n-kosim@mail.ru*

В статье дана оценка химической безопасности веществ, производящихся в Республике Таджикистан, среди которых основными являются хлор и алюминий. Также описаны методы соблюдения безопасности при работе с химическими реактивами, используемыми в Таджикистане.

Ключевые слова: химические вещества, безопасность, прекурсоры, импорт, химикаты.

Правительство Таджикистана подписало Конвенцию «О запрещении применения химического оружия» и на территории республики не производится химическое оружие (ХО).

Однако потенциально производство ХО отдельными лицами или группировками может быть организовано, используя имеющиеся производства и получая химические вещества из других стран.

Химические вещества, которые имеют сильные поражающие действия, легко можно синтезировать в химических лабораториях. Это такие общеотравляющие вещества, как синильная кислота, фосген, иприт, люизит, зарин и др.

В Таджикистане производятся типичные химические вещества промышленного назначения: аммиак, хлор, взрывчатые вещества, каустическая сода, карбамид, формальдегид и др.

Для нужд промышленности и сельского хозяйства из других стран Таджикистан получает:

- ✓ цианистый натрий и калий для золотодобычи;
- ✓ минеральные кислоты;
- ✓ пестициды и др.

Кроме того, в Таджикистане имеются различные месторождения, переработка которых дает возможность получать различные химические вещества.

Что можно получить из химикатов, производимых в Таджикистане?

Хлор – из этого реагента можно легко синтезировать трифторид хлора, фосген SOCl_2 и многие другие соединения, которые являются компонентами ХО.

Получаемые цианистые соединения для золотодобычи могут быть использованы как прекурсоры нервно-паралитического действия.

В республике производится в больших количествах металлический алюминий. Из него можно получить порошок Al для ракетного топлива.

Получаемые из других стран пестициды являются потенциальными компонентами для создания ХО. Необходим строгий контроль и учет использования пестицидов.

Чрезвычайно важно контролировать материалы, оборудование и технологии, которые позволят странам или отдельным группам создавать оружие массового уничтожения.

Важным фактором является идентификация товаров. В первую очередь – осмотр внешнего вида, маркировок, особенности упаковки, наличие лицензии и т.д.

Необходим строгий контроль контрольных списков, по прекурсорам которых можно создать ХО.

Многие химические вещества, содержащие фосфор, серу, фтор, хлор, могут быть прекурсорами для ХО.

Важными прекурсорами ХО, которые импортируются в республику, могут быть:

- ✓ тиогликоль, трихлорид фосфора, триметилфосфат, KF , HF , диметиламин, диэтилфосфит, хлорид мышьяка, KCN , NH_4F , триэаноламин, Na_2S , дихлорид серы, пентасульфид фосфора и т.д.

Производственные мощности и оборудование также являются элементами по созданию ХО. Это оборудование двойного назначения, такое как реакционные сосуды, теплообменники, дистилляционные колонки, насосы, печи и т.д.

Таким образом, для нераспространения ОМУ необходим строгий контроль экспорта и импорта химических веществ.

БЕХАТАРИИ ХИМИЯВӢ ВА ИСТЕҲСОЛИ МОДДАҲОИ ХИМИЯВӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

Қ.М. Назаров, А.М. Исоев, С. Қодирзода, И.М. Раҳимов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, n-kosim@mail.ru*

Дар мақола баҳодиҳии бехатарии моддаҳои химиявие, ки дар Ҷумҳурии Тоҷикистон истеҳсол мешаванд оварда шудааст, ки дар байни онҳо хлор ва алюминий асосӣ мебошанд. Инчунин усулҳои риояи бехатарӣ ҳангоми кор бо реактивҳои химиявӣ, ки дар Тоҷикистон истифода мешаванд, тавсиҳ карда шудааст.

Калидвожаҳо: моддаҳои химиявӣ, бехатарӣ, прекурсорҳо, воридот, химикатҳо.

CHEMICAL SAFETY AND PRODUCTION OF CHEMICALS IN TAJIKISTAN

K.M. Nazarov, A.M. Isoev, S. Kodirzoda, I.M. Rakhimov

V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan, n-kosim@mail.ru

The article gives an assessment of chemical safety of substances produced in the Republic of Tajikistan, among which the main ones are chlorine and aluminum. It also describes the methods of observing safety while working with chemical reagents used in Tajikistan.

Key words: chemicals, safety, precursors, imports, chemicals.



ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА

А. Муродиён, А. Шарифов*, К. Ботуров**, У.М. Мирсаидов**

** Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, turodion-1947@mail.ru,*

***Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан*

В статье анализирован электролизный способ производства водорода, а также области применения водорода, обобщены и даны технико-экономические показатели некоторых электролизеров по производству водорода. Приведены выбор электролита, режим электролиза, конструкции электролизеров, а также электродных процессов при выделении водорода и кислорода. Указаны работы фильтпрессной bipolarной ванны, а также электролиз воды под давлением. Показан процесс получения водорода при разложении хлорида натрия.

Ключевые слова: водород, электролиз, электролизер, электролит, конструкция электролизера, фильтпрессная bipolarная ванна, хлорид натрия, щелочь.

Водород в огромном количестве в качестве сырья используется для синтеза аммиака, метанола, в производстве бензина из угля, гидрогенизации жиров, для

автоклавного восстановления руд, как альтернативное топливо в автомобилях. Его стали применять в экспериментальных летательных аппаратах [1].

Как известно, при электролизе воды на катоде выделяется водород, а на аноде кислород. Однако чистая вода плохо проводит ток, так как имеет низкую электропроводность. Поэтому возникает необходимость в воду добавлять хорошо проводящие электричество компоненты, такие, как соли, кислоты или щелочи. Кислоты или щелочи лучше проводят электрический ток, нежели соли. Важным моментом является химическая устойчивость металлических электродов в среде кислот и щелочей. С другой стороны, на используемом электроде при электролизе перенапряжение выделения водорода и кислорода должно быть самое низкое, ибо удельный расход электроэнергии будет высоким.

Ранние исследования [2] показывают, что среди добавок к чистой воде лучшими считаются гидроокись натрия или гидроокись калия определенной концентрации. Например, гидроокись натрия с концентрацией 22% (по массе) имеет самую высокую удельную электропроводность, равную $0,75 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, а КОН с концентрацией 32% (по массе) - $0,85 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ при температуре 50°C . На практике используют NaOH с концентрацией 16-18% (по массе), а КОН - 25-29% (по массе).

Таким образом, при электролизе воды фактически используют NaOH с концентрацией 16-18% (по массе), а КОН из-за высокой стоимости не используется. В такой среде исследовались перенапряжение выделения водорода и кислорода на различных металлических электродах (рисунки 1 и 2) [2].

Как видно из рисунка 1, наилучшим катодным материалом является платинированная или гладкая платина. Однако из-за высокой стоимости платину в качестве электродного материала не используют. Из металлов группы железа наилучшим считается углеродистая сталь, где наблюдается низкое перенапряжение водорода. Аналогичным образом можно наблюдать с выделением кислорода на этой группе металл-электродов. В качестве анода вполне можно использовать углеродистую сталь.

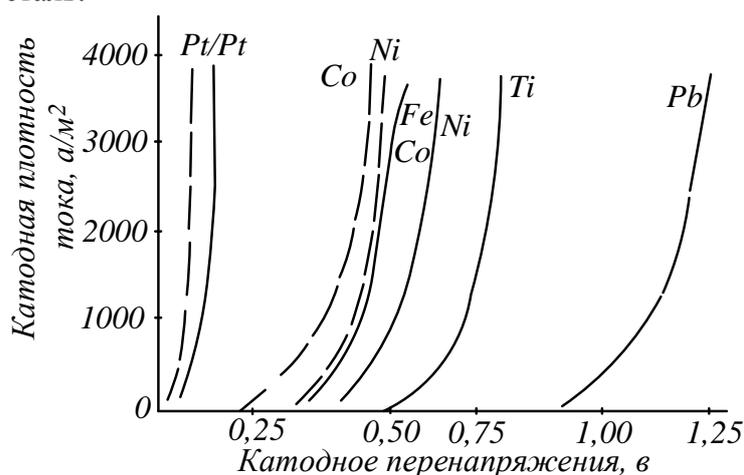


Рисунок 1 - Поляризационные кривые выделения водорода на некоторых металлах из раствора NaOH (16 вес.%); при 25°C – пунктирная линия; при 80°C – сплошная линия.

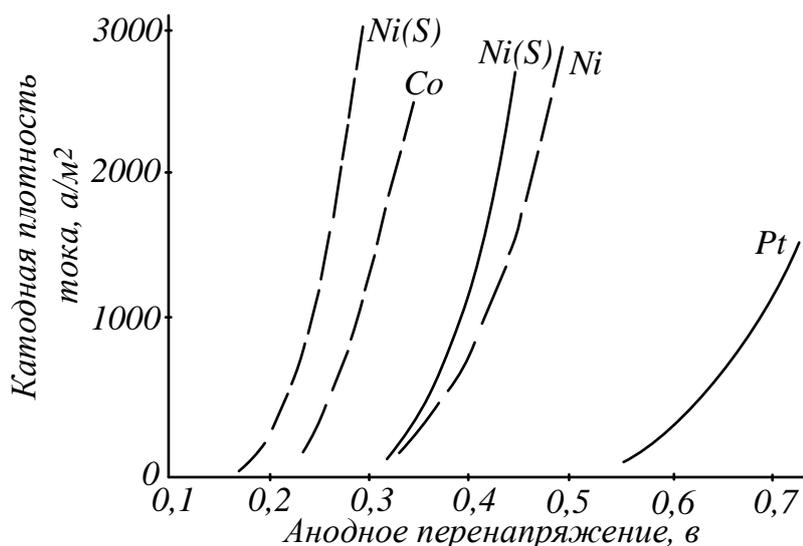


Рисунок 2 - Поляризационные кривые выделения кислорода на некоторых металлах из раствора NaOH (16 вес.%) [Ni(S) – содержащее серу никелевое покрытие]: при 25°C – пунктирная линия; при 80°C – сплошная линия.

Итак, для получения водорода и кислорода можно использовать обычную углеродистую сталь, а в качестве электролита - щелочь (NaOH). При расчете себестоимости основной статьей являются затраты на электроэнергию (около 90%). Это привело к разработке большого числа различных конструкций электролизеров, обеспечивающих высокие выходы по току и низкое напряжение на ванне.

С точки зрения обеспечения безопасности, образующиеся водород и кислород не должны смешиваться, должны выделяться отдельно. С этой точки зрения и экономичности процесса электролиза все конструкции разбиты на два типа с монополярными и биполярными электродами [3].

В Яванском районе Хатлонской области до 1996 г. функционировал АОТ «Гаджикхимпром» по производству хлора и каустической соды. Побочным продуктом считался водород. Из-за неумения сбора, хранения и распределения весь водород выбрасывался в атмосферу. Это количество водорода обеспечивал бы Вахшский азотнотуковый завод (ВАТЗ) для производства аммиака. АОТ «Гаджикхимпром» работал на местном сырье (NaCl) из Тутбулакского месторождения (Яванский район). После приготовления рассола с концентрацией 315 г/л, NaCl подвергался очистке от ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , далее после фильтрации поступал на электролиз. Электролиз осуществлялся на электролизерах типа БГК-50. Анодом служил окисно-рутениевый титановый анод (ОРТА), а катодом углеродистая сталь в виде сетки, на которую насасывалась хризотилловая диафрагма. Этим способом анодное пространство отделялось от катодного. На аноде выделялся хлор, на катоде водород и в нижней части электролизера накапливался электрощелок (смесь NaCl+NaOH), который отводился и далее поступал на выпарку с последующим разделением NaCl от NaOH.

В настоящее время проектирован (1 вариант) в Яванском районе (рядом с АОТ «Гаджикхимпром») хлорный завод мощностью 30 тыс. тонн хлора в год и

примерно столько же каустической соды. Возникает вопрос о необходимости сбора, хранения и безопасной использования водорода в народном хозяйстве Республики.

В заключении можно отметить, что в зависимости от количества используемого водорода в час или в сутки можно использовать выше приведенные электролизеры для разложения воды или же использовать водород, получаемый при разложении NaCl электролизом. По стоимости последний вариант может конкурировать с водородом, получаемым при конверсии природного газа (метана).

ЛИТЕРАТУРА

1. Иоффе, В.В. Основы производства водорода / В.В. Иоффе. – М.: Гостехиздат, 1960.
2. Жолудев, М.Д., Стендер, В.В. // ЖПХ. – 1958. - № 31. – С. 719.
3. Прикладная электрохимия / Н.П. Федотьев, А.Ф. Алабышев, А.Л. Ротинян [и др.]. – М.: Химия, 1967.
4. Файнштейн, С.Я. Производство хлора методом диафрагменного электролиза / С.Я. Файнштейн. – М.: Химия, 1964.

УСУЛИ ЭЛЕКТРОЛИЗИИ ИСТЕҲСОЛИ ГИДРОГЕН

А. Муродиён*, А.Шарифов*, К. Ботуров, У.М. Мирсаидов***

** Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, murodion-1947@mail.ru,
** Институти Физикаю-техникаи ба номи С.У. Умаров АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон*

Дар мақола усули электролизи ҳосил намудани гидроген, инчунин соҳаҳои истифода бурдани гидроген нишон дода шуда, нишондиҳандаҳои техникую иқтисодии баъзе электролизерҳо барои ҳосил намудани гидроген ҷамъбаст карда шудаанд. Интиҳоби электролит, режими электролиз, конструксияи электролизерҳо, инчунин равандҳои электродии ҷудошавии гидроген ва оксиген дода шудаанд. Усулҳои дар ваннаҳои филтр-прессӣ гузаронидани электролизи об дар зери фишор нишон дода шудаанд. Раванди ҳосилкунии гидроген аз таҷзияи хлориди натрий нишон дода шудааст.

Калидвожаҳо: *гидроген, электролиз, электролизер, электролит, сохтори электролизер, ваннаи биполярии филтрпрессӣ, хлориди натрий, ишқор.*

HYDROGEN PRODUCTION BY ELECTROLYSIS METHOD

*A.Murodiyov**, *A. Sharifov**, *K. Boturov***, *U.M.Mirsaidov**

* *V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, murodion-1947@mail.ru*

** *Physico-Technical Institute. S.U. Umarov NAST,
Dushanbe, Republic of Tajikistan*

The article analyzes the electrolysis method of hydrogen production, as well as the scope of hydrogen. The technical and economic indicators of some electrolyzers for hydrogen production have been generalized. The selection of electrolyte, electrolysis mode, design of electrolyzers, as well as electrode processes at hydrogen and oxygen extraction are given. The operation of filter-press bipolar bath, as well as the electrolysis of water under pressure, are indicated. The process of hydrogen obtaining at sodium chloride decomposition is shown.

Key words: *hydrogen, electrolysis, electrolyzer, electrolyte, electrolyzer design, filter-press bipolar bath, sodium chloride, alkali.*



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КРИОЛИТА ИЗ РАСТВОРОВ ФТОРИДОВ НАТРИЯ И АЛЮМИНИЯ

*С.А. Сатторов***, *Н.А. Наимов**, *У. Мирсаидов***, *И.Ш. Ахмадшоев**, *Дж.Р. Рузиев****

**ГУ «Научно-исследовательский институт металлургии»,
ОАО «Таджикская алюминиевая компания»,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, inmet.talco@mail.ru,*

** *Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной
безопасности НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj,*

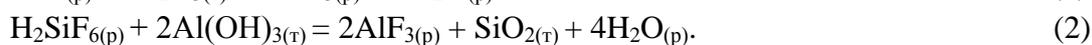
****Факультет химии, кафедра прикладной химии Таджикского национального
университета, г. Душанбе, Республика Таджикистан, gyra71@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований по переработке раствора фторида алюминия, полученного при разложении каолиновых глин и гидроксида алюминия смесью кремнефтористоводородной и плавиковой кислот, фторидом натрия с получением криолита.

Ключевые слова: *криолит, фторид алюминия, рентгенофазовый анализ, кремнефтористоводородная кислота, плавиковая кислота, каолиновая глина.*

Фтористые соли – криолит и фтористый алюминий являются необходимыми компонентами в составе электролита. Криолит в ограниченных запасах встречается в природе, поэтому для нужд алюминиевой промышленности его традиционно получают искусственным путём из флюорита [1-3]

Также имеется возможность получения криолита другими способами, одним из которых является переработка раствора фторида алюминия, полученного при разложении каолиновой глины и гидроксида алюминия, смесью кремнефтористоводородной (КФВК) и плавиковой кислот [4]. Поэтому после разложения каолиновой глины месторождения Чашма-Санг и гидроксида алюминия смесью КФВК и плавиковой кислот изучена технология получения криолита из образовавшегося раствора фторида алюминия (реакция 1 и 2) с использованием раствора фторида натрия:



Также при взаимодействии раствора фторида алюминия с фторидом натрия протекает следующая химическая реакция (реакция 3):



С этой целью в лабораторных условиях было изучено возможное влияние температуры, продолжительности процесса и дозировки раствора фторида натрия на степень извлечения криолита и результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных параметров на степень извлечения криолита из раствора фторида алюминия

№	Влияющие параметры			Степень извлечения криолита, %
	t, °C	τ, мин	D _{NaF} , %	
1	25	15	100	93,72
2	45	15	100	92,64
3	65	15	100	92,27
4	85	15	100	92,23
5	25	5	100	93,85
1	2	3	4	5
6	25	25	100	92,47
7	25	35	100	92,21
8	25	15	80	78,63
9	25	15	90	87,81
10	25	15	110	93,81
11	25	15	120	93,87

Как видно из таблицы 1, повышение температуры с 25 до 85°C и продолжительности процесса с 5 до 35 минут существенно не изменили степень извлечения криолита, которая составила более 92%. Однако при низкой температуре скорость фильтрования криолита замедляется, и наоборот с

повышением температуры скорость фильтрования увеличивается, что объясняется образованием относительно более крупных частиц криолита. При изменении дозировки раствора фторида натрия от 80 до 90% степень выделения криолита изменяется от 78 до 87%, из-за недостатка фторида натрия по стехиометрическим расчётам. Однако при увеличении дозировки от 110 до 120% степень извлечения криолита остаётся неизменной и наблюдается образование минерала хиолит, что является нецелесообразным. Поэтому оптимальными параметрами данного процесса являются: температура 65-85°C, продолжительность процесса 5-15 минут, дозировка раствора фторида натрия 100% от стехиометрии. В таких условиях степень извлечения криолита составляет более 92%.

Для определения минералогического состава полученного криолита был проведён РФА, результаты которого представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, из 22 линий (пиков) 19 принадлежат минералу криолит, что подтверждает протекание реакции (3).

Криолит, полученный данным способом, по своим физико-химическим параметрам соответствует стандартными показателями ГОСТ10561-80, который можно использовать при производстве алюминия электролизным способом.

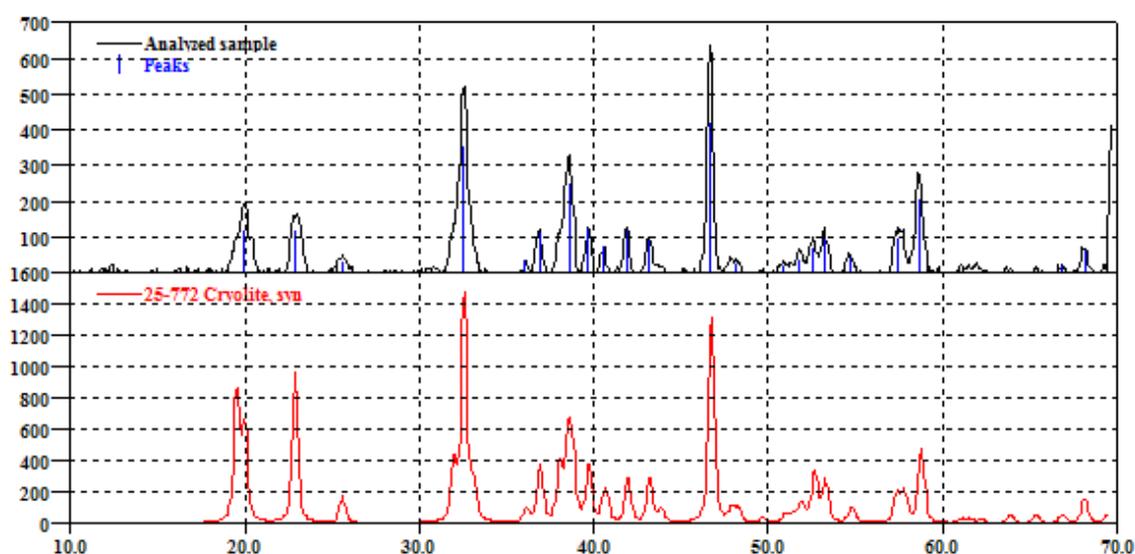


Рисунок – Рентгенограмма криолита, полученного из растворов фторида алюминия и натрия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Позин, М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). - Ч. 2. - Изд. 4-е, испр. / М.Е. Позин. - Л.: Химия, 1974. - С. 793-1557.
2. Гузь, С.Ю. Производство криолита, фтористого алюминия и фтористого натрия / С.Ю. Гузь, Р.Г. Барановская. - М.: Metallurgy, 1964. - 238 с.
3. Fluoride recovery from spent fluoride etching solution through crystallization of Na_3AlF_6 (synthetic cryolite) / J.Y. Chen, C.W. Lin, P.H. Lin [et al.] // Purif. Technol. – 2014. – V. 137. – P. 53-58.

4. Изучение процесса разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг плавиковой кислотой состава КФВК / С.А. Сатторов, Н.А. Наимов, Дж.Р. Рузиев, И.Ш. Ахмадшоев // Международная научно-методическая конференция: «Прогресс, наука, химия, технология и экология», посвящ. 20-летию образования кафедры «Химическая технология и экология» и Двадцатилетию изучения и развития естественно-математических и точных дисциплин в области науки и образования. - Душанбе, 2023. - С. 46-48.

ТАҲҚИҚИ РАВАНДИ ҲОСИЛКУНИИ КРИОЛИТ АЗ МАҲЛУЛУҶОИ ФТОРИДИ НАТРИЙ ВА АЛЮМИНИЙ

С.А. Сатторов, *Н.А. Наимов**, *У. Мирсаидов***, *И.Ш. Ахмадшоев**,
*Ҷ.Р. Рузиев******

** Муассисаи давлатии «Пажӯишигоҳи илмию таҳқиқоти металлургия»-и
ҶСК «Ширкати Алюмини Тоҷик», ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон
inmet.talco@mail.ru,*

***Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj,*

****Факултети химия, кафедраи химияи амалии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, gyra71@mail.ru*

Дар мақола натиҷаи таҳқиқот оид ба коркарди маҳлули фториди алюминий, ки зимни таҷзияи гили каолин ва гидроксиди алюминий бо омехтаи КГСФ ва кислотаи фторид ҳосил шудааст, бо фториди натрий бо мақсади ҳосил намудани криолит оварда шудааст.

***Калидвожаҳо:** криолит, фториди алюминий, таҳлили рентгенофазаӣ, кислотаи гидрогенсилитсийфторид, кислотаи фторид, гили каолин.*

THE PROCESS OF CRYOLITE OBTAINING FROM SODIUM AND ALUMINUM FLUORIDE SOLUTIONS

S.A. Sattorov, N.A. Naimov, U. Mirsaidov, I.Sh. Ahmadshoev, J.R. Ruziev

** State Institution "Research Institute of Metallurgy" OJSC "Tajik Aluminum Company",
17 H. Khakimzade, Republic of Tajikistan, inmet.talco@mail.ru,*

*** Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
info@cbrn.tj,*

****Faculty of Chemistry, Department of Applied Chemistry, Tajik National University,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, gyra71@mail.ru*

The article presents the results of studies on processing of aluminum fluoride solution obtained by decomposition of kaolin clays and aluminum hydroxide with a mixture of hydrofluorosilicic and hydrofluoric acids, sodium fluoride with cryolite obtainig.

Key words: *cryolite, aluminum fluoride, X-ray phase analysis, hydrofluorosilicic acid, hydrofluoric acid, kaolin clay.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРИДА НАТРИЯ И
КРЕМНЕГЕЛЯ ИЗ СМЕСИ КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНОЙ И
ПЛАВИКОВОЙ КИСЛОТ**

С.А. Сатторов, *Н.А. Наимов**, *У. Мирсаидов***, *Дж.Р. Рузиев****,
*Г. Амнджони****

**ГУ «Научно-исследовательский институт металлургии»,
ОАО «Таджикская алюминиевая компания»,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, inmet.talco@mail.ru,*

*** Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной
безопасности НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj,*

****Факультет химии, кафедра прикладной химии Таджикского национального
университета, г. Душанбе, Республика Таджикистан, gyra71@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований по переработке побочного продукта производства плавиковой кислоты – смеси КФВК и плавиковой кислот с гидроксидом натрия для получения фторида натрия и кремнегеля.

Ключевые слова: *фторид натрия, рентгенофазовый анализ (РФА), кремнефтористоводородная кислота (КФВК), плавиковая кислота, гидроксид натрия, кремнегель.*

В области производства алюминия в качестве электролита для электролиза глинозема используют различные соли, такие, как криолит, фторид алюминия, фторид кальция, калия и другие фторсодержащие соли [1]. Фтористый натрий применяют, как лекарственное средство в фармацевтической промышленности, как реагент при синтезе фреонов, как добавку в производстве флюсов для очистки расплавленных металлов, в производстве стекла, эмалей, керамики, жаропрочных материалов, в производстве кислотоупорных цементов, а также в алюминиевом производстве в качестве регулятора криолитового отношения [2].

Стоит отметить, что в компании ООО «Талко Кемикал» при производстве плавиковой кислоты в качестве побочного продукта образуется смесь КФВК и плавиковой кислоты, а также КФВК образуется при производстве фосфорных удобрений [3]. Утилизация этих побочных продуктов позволяет получать фторид

натрия и аморфный оксид кремния, что даёт большой экономический и экологический эффект.

С этой целью проведено лабораторное исследование технологии получения фторида натрия и аморфного кремнезёма из смеси КФВК и плавиковой кислот с использованием гидроксида натрия.

Реакция взаимодействия смеси КФВК и плавиковой кислоты с гидроксидом натрия протекает в две стадии. В первой стадии при взаимодействии КФВК с гидроксидом натрия (реакция 1) образуются фторид натрия и метасиликат натрия, а при взаимодействии плавиковой кислоты с гидроксидом натрия (реакция 2) образуется фторид натрия:



На второй стадии метасиликат натрия гидролизуеться, образуя аморфный оксид кремния и гидроксид натрия (реакция 3):



С целью оптимизации протекания реакций (1)-(3), были проведены исследования влияния температуры, продолжительности процесса и концентрации гидроксида натрия на процесс нейтрализации (утилизации) смеси КФВК и плавиковой кислот гидроксидом натрия, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изучение процесса нейтрализации смеси КФВК и плавиковой кислоты гидроксидом натрия

№	Влияющие параметры			Выход NaF, %	Содержание примесей, %	
	t, °C	τ, мин	C _{NaOH} , %		SiO ₂	Na ₂ SiF ₆
1	25	15	25	88,9	-	9,7
2	65	15	25	86,5	3,5	5,2
3	75	15	25	82,2	5,6	4,3
4	85	15	25	78,3	10,7	-
5	25	5	25	86,9	-	12,8
6	25	10	25	88,1	-	8,3
7	25	20	25	87,3	3,4	5,2
8	25	25	25	86,8	5,6	3,5
9	25	30	25	86,1	7,8	0,5
10	25	15	5	15,2	10,9	72,2
11	25	15	10	35,6	8,9	53,3
12	25	15	15	67,3	5,4	25,4
13	25	15	25	88,7	0,5	10,5
14	25	15	35	90,1	-	-
15	25	15	45	93,4	-	-

Как видно из таблицы 1, при повышении температуры снижается выход фторида натрия, тем самым увеличивается гидролиз метасиликата натрия, что приводит к загрязнению фторида натрия аморфным кремнезёмом. Снижение выхода фторида натрия происходит за счёт испарения смеси кислот при повышении температуры. При уменьшении продолжительности процесса нейтрализации менее 15 минут наблюдается увеличение выхода КФН во фторид натрия, что приводит к загрязнению основного продукта. Также при продолжительности процесса разложения более 15 минут снижается образование примеси КФН и увеличивается гидролиз метасиликата натрия. При исследовании концентрации гидроксида натрия установлено, что с увеличением концентрации гидроксида натрия разложение КФН возрастает до максимального уровня, а гидролиз метасиликата натрия снижается до минимального предела. При этом оптимальными параметрами получения фторида натрия являются: температура – 25°C, продолжительность процесса – 15 минут, концентрация гидроксида натрия – 45%. В таких условиях степень извлечения фторида натрия составляет более 93%.

После фильтрации и промывки фторида натрия горячей водой раствор метасиликата натрия разбавляется и гидролизуется по реакции (3) с осаждением аморфного кремнезёма.

Для подтверждения процесса нейтрализации смеси КФВК и плавиковой кислот гидроксидами натрия была отобрана проба отфильтрованного осадка и проведен РФА, результат которого представлен на рисунке.

Как видно из рентгенограммы (рисунок), данный образец относится к минералу виллиомит и подтверждает протекание реакций (1) и (2).

Таким образом, технология получения фторида натрия и аморфного кремнезёма проста и недорога, а внедрение её в производство для нейтрализации смеси КФВК и плавиковой кислот экологически эффективно, также получение дорогостоящих продуктов экономически выгодно.

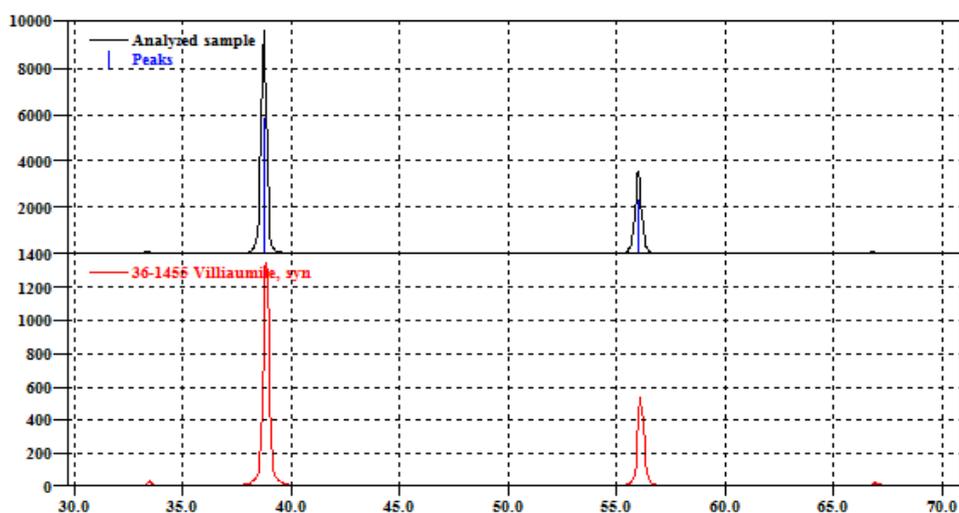


Рисунок – Рентгенограмма осадка, полученного при обработке смеси КФВК и плавиковой кислот гидроксидами натрия (верхний график – анализируемый образец, нижний график – эталон).

ЛИТЕРАТУРА

1. Позин, М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). - Ч. 2. - Изд. 4-е, испр. / М.Е. Позин. - Л.: Химия, 1974. - С. 793-1557.
2. Гузь, С.Ю. Производство криолита, фтористого алюминия и фтористого натрия / С.Ю. Гузь, Р.Г. Барановская. - М.: Металлургия, 1964. - 238 с.
3. Процесс парообразования раствора кремнефтористоводородной и плавиковой кислот / Р.С. Рафиев, С.М. Шокаримов, Н.А. Наимов [и др.] // Международная научно-практическая конференция «Новые достижения в области естественных наук и информационных технологий», посвящ. Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук на 2020-2040 гг. – Душанбе, 2023. – С. 117-118.

ТАҶҚИҚИ ТЕХНОЛОГИЯИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ ФТОРИДИ НАТРИЙ ВА ОКСИДИ СИЛИТСИЙИ АМОРФӢ АЗ ОМЕХТАИ КГСФ ВА КИСЛОТАИ ФТОРИД

*С.А. Сатторов***, *Н.А. Наимов**, *У. Мирсаидов***, *Ҷ.Р. Рузиев****,
*Ғ. Аминджони**

* Муассисаи давлатии «Пажӯшишгоҳи илмию таҳқиқотии металлургия»-и
ҶСК «Ширкати Алюминии Тоҷик», ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон
inmet.talco@mail.ru,

**Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj,

***Факултети химия, кафедраи химияи амалии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, gyra71@mail.ru

Дар мақола натиҷаи таҳқиқотҳо оид ба коркарди маҳсулоти иловагии истеҳсоли намакҳои фтордор – омехтаи КГСФ ва кислотаи фторид бо гидроксиди натрий бо мақсади ҳосил намудани фториди натрий ва оксиди силитсийи аморфӣ оварда шудааст.

Калидвожаҳо: фториди натрий, таҳлили рентгенофазаӣ, кислотаи гидрогенсилитсийфторид, кислотаи фторид, гидроксиди натрий, оксиди силитсийи аморфӣ.

THE TECHNOLOGY OF SODIUM FLUORIDE AND SILICA GEL OBTAINING FROM A MIXTURE OF HYDROSILICOLIC AND FLUORIC ACID

S.A. Sattorov, N.A. Naimov, U. Mirsaidov, J.R. Ruziev, G. Aminjoni

* State Institution "Research Institute of Metallurgy" OJSC "Tajik Aluminum Company",
17 H. Khakimzade, Republic of Tajikistan, inmet.talco@mail.ru,

*** Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan, info@cbrn.tj*

****Faculty of Chemistry, Department of Applied Chemistry, Tajik National University, Dushanbe, Republic of Tajikistan, gyra71@mail.ru*

The article presents the results of researches on processing of a by-product of hydrofluoric acid production - a mixture of fluorosilicic and hydrofluoric acids with sodium hydroxide for obtaining the sodium fluoride and silica gel.

Key words: *sodium fluoride, X-ray phase analysis, fluorosilicic acid, hydrofluoric acid, sodium hydroxide, silica gel.*



РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРИДА НАТРИЯ, КРЕМНЕГЕЛЯ И ЖИДКОГО СТЕКЛА

С.А. Сатторов**, *Н.А. Наимов, *С.М. Шокаримов***, *Х.А. Мирпочаев*****

**Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj,*

*** ГУ «Научно-исследовательский институт металлургии»,
ОАО «Таджикская алюминиевая компания»,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, inmet.talco@mail.ru*

В статье представлена схема комплексной трёхстадийной переработки смеси КФВК и плавиковой кислоты гидроксидом натрия с целью получения фторида натрия, аморфного кремнезёма и жидкого стекла.

Ключевые слова: *фторид натрия, кремнефтористоводородная кислота, плавиковая кислота, гидроксид натрия, кремнегель, технологическая схема.*

Фтор – один из наиболее распространённых в природе элементов; на его долю приходится 0.065% от массы земной коры. В настоящее время промышленное значение имеют два минерала: флюорит (плавиковый шпат) и апатит. Запасы фтора в фосфатном сырье значительно превышают его запасы в плавиковом шпате [1, 2].

Технический фторид натрия выпускается по ТУ 113-08-586-86 двух марок: марка А – высший и первый сорта и марка Б. Продукт высшего сорта содержит не менее 97%, первый сорт – не менее 95% NaF и применяется в качестве сырья в производстве криолита, фтористого алюминия, компонента флюсов, стёкол, растворов травления стекла. Продукт марки Б, содержащий не менее 80% основного вещества, используется для обработки древесины, при получении антисептических паст, для фторирования питьевой воды, в урановой промышленности [3].

Следует отметить, что на предприятии ООО «Талко Кемикал» (г. Яван, Таджикистан) при сернокислотном разложении флюорита наряду с образованием газообразного фтористого водорода также за счёт остаточного содержания кремнезёма образуется тетрафторсилан, который при поглощении водой в присутствии плавиковой кислоты образует смесь кремнефтористоводородной (КФВК) и плавиковой кислот [3].

Исходя из этого, с целью переработки смеси КФВК и плавиковой кислоты была проведена серия опытов по получению фторида натрия и кремнегеля с применением гидроксида натрия.

Оптимальными технологическими параметрами переработки смеси КФВК и плавиковой кислоты являются: температура – 25°C, продолжительность процесса – 15 минут, концентрация гидроксида натрия – 45%. В таких условиях степень извлечения фторида натрия составляет более 93%.

На основе проведённых лабораторных исследований разработана принципиальная технологическая схема комплексной трёхстадийной переработки смеси КФВК и плавиковой кислоты с использованием гидроксида натрия для получения фторида натрия, аморфного кремнезёма и жидкого стекла (рисунок).

Согласно принципиальной технологической схеме, смесь КФВК и плавиковой кислоты добавляют к 45% раствору гидроксида натрия по стехиометрическим расчётам. Полученную пульпу промывают и фильтруют. Твёрдая фаза, представляющая собой фторид натрия, по первой стадии высушивается и отправляется в производство. Жидкая фаза, представляющая собой раствор метасиликата натрия, отправляется на вторую стадию – гидролиз, после которого проводится процесс фильтрации и промывка образующегося аморфного кремнезёма. Жидкая часть, состоящая из смеси растворенного фторида натрия и раствора гидроксида натрия, образующегося при гидролизе метасиликата натрия, возвращается в процесс разложения. Твёрдая часть (кремнегель) высушивается и отправляется потребителю для использования в других отраслях промышленности или же обрабатывается 10% раствором гидроксида натрия в течение 60 мин при температуре 85-90°C для получения жидкого стекла.

Таким образом, технология получения фторида натрия, аморфного кремнезёма и жидкого стекла проста и недорога, а внедрение её в производство для утилизации смеси КФВК и плавиковой кислоты экологически эффективно и получение дорогостоящих продуктов экономически выгодно.

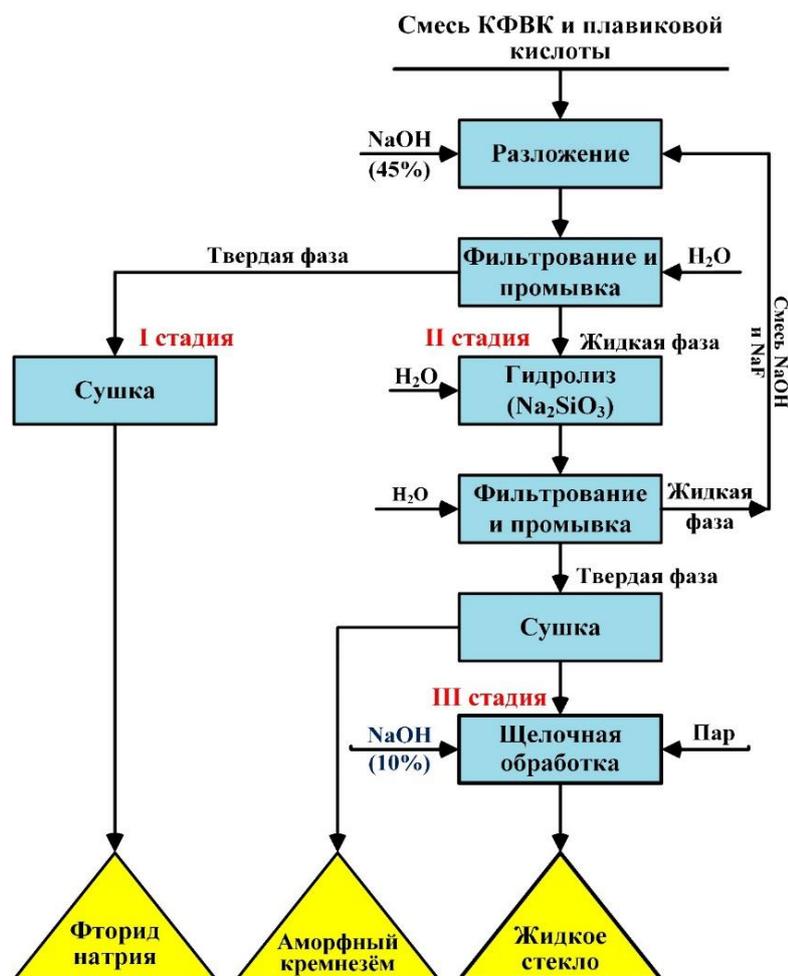


Рисунок – Принципиальная технологическая схема производства фторида натрия, аморфного кремнезёма и жидкого стекла из смеси КФВК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология получения фосфорных и комплексных удобрений / М.В. Андреев, А.А. Бродский, Ю.А. Забелешинский [и др.] / Под ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Бродского. – М.: Химия, 1987. – 464 с.
2. Рысс, И.Г. Химия фтора и его неорганических соединений / И.Г. Рысс. – М.: Госхимиздат, 1956. – 718 с.
3. Гузь, С.Ю. Производство криолита, фтористого алюминия и фтористого натрия / С.Ю. Гузь, Р.Г. Барановская. - М.: Metallurgy, 1964. – 238 с.
4. Процесс парообразования раствора кремнефтористоводородной и плавиковой кислот / Р.С. Рафиев, С.М. Шокаримов, Н.А. Наимов [и др.] // Международная научно-практическая конференция «Новые достижения в области естественных наук и информационных технологий», посвящ. Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук на 2020-2040 гг. – Душанбе, 2023. – С. 117-118.

ТАҲИЯИ НАҚШАИ АСЛИИ ТЕХНОЛОГИИ ИСТЕҲСОЛИ ФТОРИДИ НАТРИЙ, ОКСИДИ СИЛИТСИЙИ АМОРФӢ ВА ШИШАИ МОЕЪ

*С.А. Сатторов**, *Н.А. Наимов***, *С.М. Шокаримов***, *Х.А. Мирпочаев***

** Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj,*

*** Муассисаи давлатии «Пажӯҳишигоҳи илмию таҳқиқоти металлургия»-и
ҶСК «Ширкати Алюмини Тоҷик», ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон
inmet.talco@mail.ru*

Дар мақола нақшаи коркарди комплекси семарҳилавии омехтаи КГСФ ва кислотаи фторид бо гидроксиди натрий бо мақсади ҳосил намудани фториди натрий, оксиди силитсийи аморфӣ ва шишаи моеъ оварда шудааст.

***Калидвожаҳо:** фториди натрий, кислотаи гидрогенсилитсийфторид, кислотаи фторид, гидроксиди натрий, оксиди силитсийи аморфӣ, схемаи технологӣ.*

THE TECHNOLOGICAL SCHEME DEVELOPMENT FOR THE PRODUCTION OF SODIUM FLUORIDE, SILICA GEL AND LIQUID GLASS

S.A. Sattorov, N.A. Naimov, S.M. Shokarimov, Kh.A. Mirpochayev

** Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,
info@cbrn.tj,*

*** State Institution "Research Institute of Metallurgy" OJSC "Tajik Aluminum Company",
17 H. Khakimzade, Republic of Tajikistan, inmet.talco@mail.ru, The article presents a
technological scheme of a complex three-stage processing of a mixture of fluorosilicic and
hydrofluoric acids with sodium hydroxide in order to obtain sodium fluoride, amorphous
silica and liquid glass.*

***Key words:** sodium fluoride, fluorosilicic acid, hydrofluoric acid, sodium hydroxide, silica gel, technological scheme.*

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИОЛИТА ИЗ РАСТВОРА СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ СУЛЬФАТИЗАЦИИ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧАШМА-САНГ

*Н.А. Наимов**, *У. Мирсаидов***, *Дж.Р. Рузиев****, *С.А. Сатторов***,
*Х.А. Мирпочаев**

**ГУ «Научно-исследовательский институт металлургии»,
ОАО «Таджикская алюминиевая компания»,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, inmet.talco@mail.ru,*

*** Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана,*

г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj,

****Факультет химии, кафедра прикладной химии Таджикского национального университета, г. Душанбе, Республика Таджикистан, gyra71@mail.ru*

В статье приведены результаты исследований по технологии получения синтетического десульфатизированного криолита из раствора сульфата алюминия, образующегося при сульфатизации каолиновых глин месторождения Чашма-Санг.

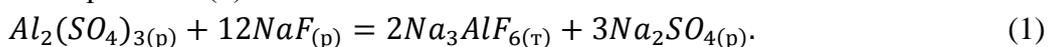
Ключевые слова: *синтетический криолит, сульфат алюминия, фторид натрия, каолиновая глина, сульфатизация, сульфат натрия.*

Основным способом получения алюминия являются электролиз глинозёма, растворенного в электролите, представляющем собой смесь криолита и фторида алюминия. Электролит влияет на выход по току и напряжению ячейки, которые определяют удельный расход энергии и общую стоимость алюминия [1].

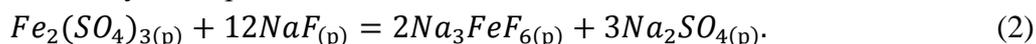
Для нужд алюминиевой промышленности традиционно используют синтетический криолит, полученный из растворов плавиковой кислоты, алюмината натрия и соды, из-за практического отсутствия природного криолита [2]. В то же время имеется возможность получения регенерационного криолита при переработке растворов, полученных в результате очистки отходящих газов производства алюминия с применением растворов алюмината натрия, фторида натрия, а также получение криолита из сульфата алюминия [3].

Целью настоящей работы являются исследования по разработке технологии получения синтетического десульфатизированного криолита из раствора сульфата алюминия, образующегося при сульфатизации каолиновых глин месторождения Чашма-Санг.

Процесс получения криолита из сульфата алюминия протекает согласно химической реакции (1):



Следует отметить, что содержание оксида железа в составе каолиновых глин месторождения Чашма-Санг составляет 6,9%, который в свою очередь реагирует с серной кислотой с образованием сульфата железа (III). Поэтому при введении раствора фторида натрия в сульфатсодержащий раствор наряду с реакцией (1) протекает следующая реакция:



Железо в составе криолита является нежелательным компонентом, однако при взаимодействии раствора сульфата железа (III) с раствором фторида натрия образуется бесцветное соединение, которое растворяется в воде – гексафтороферрат натрия (реакция (2)). Именно поэтому железосодержащие соединения при промывке и фильтрации криолита переходят в раствор.

Для реализации данной технологии в лабораторных условиях были исследованы параметры, влияющие на процесс получения криолита в зависимости от температуры, продолжительности процесса и дозировки раствора фтористого натрия. Результаты исследований проведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, при температуре 85-95°C, продолжительности 15-20 минут и дозировке фторида натрия 100% от стехиометрического расчёта, после трёхкратной промывки горячей водой в соотношении Т:Ж=1:4-5, степень извлечения криолита достигает более 95%.

Таблица 1 – Результаты исследований параметров, влияющих на процесс получения криолита из раствора сульфата алюминия и фторида натрия

№	Условия получения криолита			Выход криолита, %	Na ₂ SO ₄ в виде примеси, %
	t, °C	τ, мин	D _{NaF} , %		
1	25	15	100	96.6	11.2
2	45	15	100	96.3	6.9
3	65	15	100	95.9	4.2
4	85	15	100	95.5	2.1
5	85	5	100	96.8	4.1
6	85	25	100	96.2	2,0
7	85	35	100	95.6	1,9
8	85	15	80	76.4	5.3
9	85	15	90	85.9	6.6
10	85	15	110	95.5	5.8
11	85	15	120	95.6	9.9

Следует отметить, что при трёхкратной промывке криолита горячей водой в соотношении Т:Ж=1:4-5 и фильтрования с помощью обычной лабораторной воронки сульфаты из состава криолита полностью не удаляются (таблица 1, пункт 4), что не соответствует требованиям ГОСТ 10561–80, так как по требованиям этого ГОСТа в составе криолита не должно быть более 1% сульфатов. Использование обычной воронки приводит к увеличению продолжительности процесса фильтрования, а трёхкратная промывка в соотношении Т:Ж=1:4-5 приводит к повышенному расходу воды.

Для определения времени фильтрования и степени десульфатизации криолита в зависимости от температуры при использовании для фильтрования обычной лабораторной воронки и вакуум-фильтра, проведена серия экспериментов, результаты которых представлены в таблицах 2 и 3. Следует отметить, что в этих экспериментах проводилась двухразовая промывка криолита при соотношении Т:Ж=1:5.

Как видно из таблицы 2, при повышении температуры воды, используемой для промывки с 25 до 85°C количество сульфата натрия в составе криолита снижается с 32,8 до 14,1%, при этом время фильтрования криолита уменьшается с

85 до 40 минут. Однако использование обычной лабораторной воронки нецелесообразно из-за низкой скорости фильтрации и десульфатизации криолита.

Поэтому были проведены эксперименты по увеличению скорости фильтрации и десульфатизации криолита с помощью вакуумного фильтрующего устройства в зависимости от температуры (таблица 3).

Таблица 2 – Время фильтрования и степени десульфатизации криолита в зависимости от температуры с использованием обычной лабораторной воронки

№	Условия процесса фильтрации			Выход криолита, %	Остаточный Na ₂ SO ₄ , %
	t, °C	Время фильтрации, мин	Т:Ж		
1	25	85	1:5	96,5	32.8
2	45	76	1:5	96,2	24.9
3	65	53	1:5	95,6	19.5
4	85	40	1:5	95,5	14,1

Таблица 3 – Исследование времени фильтрования и десульфатизации криолита в зависимости от температуры с помощью вакуум-фильтра

№	Условия процесса фильтрации			Выход криолита, %	Остаточный Na ₂ SO ₄ , %
	t, °C	Время фильтрации, мин	Т:Ж		
1	25	34	1:5	96.7	11.2
2	45	23	1:5	96.4	3.1
3	65	17	1:5	95,6	0.1
4	85	10	1:5	95,5	-

Из результатов таблицы 3 видно, что при повышении температуры от 25 до 85°C резко уменьшается содержание остаточного сульфата натрия в составе промытого криолита с 11,2% практически до нуля. При этом время фильтрования криолита снижается с 34 до 10 мин, что подтверждает целесообразность использования вакуум-фильтра.

С целью подтверждения технологии получения криолита из раствора фторида натрия и раствора сульфата алюминия, образующегося при сульфатизации каолиновых глин месторождения Чашма-Санг проведён РФА, результаты которого показывают, что все найденные пики соответствуют минералу криолит (Na₃AlF₆) и подтверждают процесс получения криолита из раствора сульфата алюминия и раствора фторида натрия, а также его десульфатизацию.

Таким образом, криолит, полученный по данной технологии, может быть использован при производстве алюминия, а полученный раствор сульфата натрия – в производстве моющих средств, горно-обогатительной промышленности, производстве криолита гидрохимическим методом и переработки побочных продуктов производства фторсодержащих солей – смеси КФВК и плавиковой кислоты с целью получения смеси кремнефтористого и фтористого натрия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Растворимость и скорость растворения глинозёма в кислых криолитоглинозёмных расплавах / Н.В. Васюнина, И.П. Васюнина, Ю.Г. Михалев, А.М. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 2009. – Т. 50. - № 4. – С. 338-342.
2. Synthesis of Cryolite (Na_3AlF_6) from Secondary Aluminum Dross Generated in the Aluminum Recycling Process» / W. Bingbing, Wenfang Li, Wanting Sun [et al.] // Materials. - 2020. – V. 13. – P. 3871; doi:10.3390/ma13173871.
3. Получение криолита из сульфата алюминия / З.С. Тураева, Б.Ш. Назаров, Ш.Б. Назаров, Д.С. Азимов // IV Международная научно-техническая конференция. – Минск, 2021. – Т. 2. - С. 6-11.

ТЕХНОЛОГИЯ ИСТЕХСОЛИ КРИОЛИТ АЗ МАҲЛУЛИ СУЛФАТИ АЛЮМИНИЙ, КИ ЗИМНИ СУЛФАТКУНОНИИ ГИЛИ КАОЛИНИ КОНИ «ЧАШМАСАНГ» ҲОСИЛ ШУДААСТ

*Н.А. Наимов**, *У. Мирсаидов***, *Дж.Р. Рузиев****, *С.А. Сатторов***,
*Х.А. Мирпочаев**

* *Муассисаи давлатии «Пажухшигоҳи илмию таҳқиқоти металлургия»-и ҶСК «Ширкати Алюминии Тоҷик», ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон*
inmet.talco@mail.ru,

** *Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,*
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj,

*** *Факултети химия, кафедраи химияи амалии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон,*
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, gyra71@mail.ru

Дар мақола натиҷаи таҳқиқот оид ба технологияи истеҳсоли криолити сунъии бесулфатишуда аз маҳлули сульфати алюминий, ки аз гили каолини кони «Чашмасанг» бо усули сульфаткунӣ ҳосил шудааст, оварда шудааст.

Калидвожаҳо: криолити сунъӣ, сульфати алюминий, фториди натрий, гили каолин, сульфаткунӣ, сульфати натрий.

THE TECHNOLOGY OF CRYOLITE OBTAINING FROM ALUMINUM SULFATE SOLUTION PRODUCED AT SULFATIZATION OF KAOLIN CLAYS OF CHASHMA-SANG DEPOSIT

N.A. Naimov, U. Mirsaidov, J.R. Ruziev, S.A. Sattorov, Kh.A. Mirpochayev

* *Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,*
info@cbrn.tj,

** *State Institution "Research Institute of Metallurgy" OJSC "Tajik Aluminum Company",*
17 H. Khakimzade, Republic of Tajikistan, inmet.talco@mail.ru,

The article presents the research results of obtaining technology of synthetic desulfatized cryolite from aluminum sulfate solution formed during sulfatization of kaolin clays from Chashma-Sang deposit.

Key words: *synthetic cryolite, aluminum sulfate, sodium fluoride, kaolin clay, sulfatization, sodium sulfate.*



УЧЕТ ВЗРЫВООПАСНОСТИ И ЯДОВИТОСТИ ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ

А. Шарифов, З.Х. Гайбуллаева, У.М. Мирсаидов

*Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru*

В статье анализированы взрывоопасность и ядовитость некоторых газов и жидкостей для обеспечения безопасности их производства и применения.

Ключевые слова: *газ, жидкость, взрывоопасность, ядовитость, безопасность.*

В отраслях промышленности: химической, металлургической, газовой, нефтеперерабатывающей и т.п. используются различные газы и жидкости со специфическими свойствами, которые в определённых условиях делают эти материалы взрыво- и пожароопасными. Знание специфических свойств данных материалов позволяет разработать и использовать на практике меры защиты по предотвращению их взрыво- и пожароопасности.

Взрывоопасность химических материалов, особенно газов и жидкостей, возникает в основном при их соединении с воздухом, кислородом, хлором, фтором и некоторыми другими химическими элементами смесей, которые при определённых концентрациях взрываются. Пожароопасность таких веществ объясняется тем, что при определённых температурах они самовоспламеняются. В качестве примера таких газов и жидкостей можно назвать водород, аммиак, ацетилен, бензол, кислород (активный компонент горения газов), метан, метанол и др. [1].

В таблице 1 приведены характеристики некоторых химических веществ по их способности образовывать взрывоопасные смеси.

Взрывоопасные газо- и паровоздушные смеси делятся на четыре группы с температурой самовоспламенения смеси: группа А - более 450°C; группа Б - 300-450°C; группа Г - 175-300°C и группа Д - 120-175°C. В зависимости от плотности, смеси газов собираются и создают взрывоопасные зоны: при плотности меньше 1,0 г/см³ – в верхних слоях воздуха помещений, а при плотности больше 1,0 г/см³, особенно с плотностью в пределах 1,5-2,0 г/см³ – в нижних слоях воздуха, поэтому

система вентиляции в зданиях и сооружениях должна быть установлена с учётом данного положения.

Кроме взрыво- и пожароопасности, многие газы и жидкости являются токсичными и ядовитыми, поэтому их содержание в воздухе рабочих помещений, атмосфере и в воде ограничивается, согласно данным таблицы 2.

Таблица 1 - Характеристики взрывоопасных газов и жидкостей [2]

Вещество	Характеристика	Предел взрываемости, объём. %		Температура, °С		
		в смеси с воздухом	в смеси с O ₂	T _{всп.}	T _{восп.}	T _{сам.}
NH ₃	Бесцветный горючий газ с запахом	15,0-28,0	15,0-79,0	-	-	650
H ₂	Горючий газ без запаха	4,0-75,0	4,0-94,0	-	320	510
NH ₄ OH	Бесцветная жидкость с запахом	15,0-28,0	15,0-79,0	-	-	650
C ₂ H ₂	Бесцветный газ с резким запахом	2,1 (с возд.); 2,8 (с O ₂); все смеси с C ₂ H ₂ вышеуказанных количеств взрывоопасны		-	-	335
C ₆ H ₆	Бесцветная прозрачная жидкость	1,1- 9,5	-	11	-	540
O ₂	Бесцветный негорючий газ, но активно поддерживает горение других газов					
CH ₄	Бесцветный горючий газ без запаха	4,9-15,4	5,1-61,0	-	600	537
CH ₃ OH	Бесцветная горючая жидкость	5,5-36,5	-	8	-	464
CO	Бесцветный горючий газ без запаха	12,5-74,0	15,5-94,0	-	590	610
CS ₂	Бесцветная горючая жидкость	1,0-50,0	-	43	-	90
COS	Бесцветный горючий газ	11,9-28,5	-	-	-	-
H ₂ S	Бесцветный горючий газ	4,3-46,0	-	-	-	246
HCN	Бесцветная жидкость	5,5-40,0	-	18	-	538
Примечание: T _{всп.} – температура вспышки; T _{восп.} – температура воспламенения; T _{сам.} – температура самовоспламенения.						

Анализ данных таблиц 1 и 2 показывает, что производство и применение агрессивных газов и жидкостей различных назначений требует соблюдения определённых правил по обеспечению безопасности не только самого производства, но и потребителей с одновременным обеспечением чистоты окружающего воздуха и водоёмов. Обеспечение безопасности производства и применение указанных материалов – это, прежде всего, недопущение малейших

выбросов газов и жидкостей вне производства, их хранение в абсолютно герметичных хранилищах и ёмкостях, соблюдение технологических регламентов производства и применения агрессивных газов и жидкостей. Выбросы газов в окружающую среду не должны превышать нормы, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Ядовитые качества газов и жидкостей [2]

Вещество	Токсические свойства	Допустимая концентрация		
		в рабочей зоне, мг/м ³	в воздухе городов, мг/м ³	в воде санитарно-бытового пользования, мг/л
NH ₃ NH ₄ OH	Острое раздражение и ожоги слизистых оболочек, обжигание кожи	20,0	0,2	2,0 (по азоту)
HNO ₃	Ядовита, вызывает ожоги кожи и раздражение дыхательных путей	5,0 (в пересчёте на N ₂ O ₅)	0,4	Не допускается
H ₂ S	Сильный яд, вызывает потерю сознания и смерть	10,0	0,008	-
H ₂ SO ₄	Ожоги и прижигание слизистых оболочек	2,0	0,3	Не допускается
HCN	Сильный яд, вызывает удушье и смерть	0,3	-	-
As ₂ O ₃	Сильный яд, вызывает острое отравление	0,3	0,005	0,05 (по мышьяку)
CO	Отравляющее вещество, приводящее к удушью	30,0	3,0	-
Окислы азота	Замедленное отравляющее действие вплоть до смерти	5,0 (в пересчёте на N ₂ O ₅)	0,085 (в пересчёте на NO ₂)	-
CS ₂	Наркотическое действие	10,0	0,03	1,0
CH ₃ OH	Сильный яд со смертельной дозой 30 г	50,0	-	-
C ₆ H ₆	Наркотическое действие с потерей сознания	20,0	1,5	0,5

Наиболее оптимальным способом недопущения выбросов, а также исключения возникновения пожароопасности при производстве и применении газов и жидкостей является использование безотходных технологий получения этих веществ, использование оборудования, обеспечивающего совершенную систему

автоматического контроля и управления технологическими процессами, способную своевременно исключить опасность возникновения ситуации с выбросами и с образованием взрывоопасных смесей. Современный уровень развития науки и техники этому способствует. Также необходимо усовершенствование квалификации специалистов, рабочих и сотрудников, причастных к производству и применению агрессивных газов и жидкостей.

При строительстве новых объектов по производству вышеуказанных газов и жидкостей следует также соблюдать расстояние между объектом и населёнными пунктами. Это расстояние должно быть для предприятий по производству кислорода, азота, водорода и диоксида углерода CO₂ не менее 50 м, а для остальных газов и жидкостей - не менее 500-1000 м в зависимости от вида газа или жидкости. Конкретное расстояние определяется решением государственного органа по санитарному надзору окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии связанного азота / В.И. Атрощенко, А.М. Алексеев, А.П.Засорин [и др.]. - Киев: Вища школа, 1985. – 327 с.
2. Справочник азотчика / Под ред. Е.Н. Мельникова. - М.: Химия. – Т. 2, 1969. – 459 с.

БАҲИСОБГИРИИ ГАЗУ МОЕЪҶОИ ТАРКАНДА ВА ЗАҲРОЛУДШАВАНДА БАРОИ ТАЪМИНИ БЕХАТАРИИ ИСТЕҲСОЛ ВА ИСТИФОДАБАРИИ ОНҶО

А. Шарифов, З.Х. Файбуллоева, У.М. Мирсаидов

*Институти химияи ба номи В.И.Никитини, АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ulmas2005@mail.ru*

Дар мақола қобилияти тарқишнокӣ ва захролуднокии баъзе газҳо ва моеъҳо барои таъмини бехатарии истеҳсол ва истифодаи онҳо таҳлил карда шудааст.

Калидвожаҳо: *газ, моеъ, хавфи тарқиш, захрнокӣ, бехатарӣ.*

CONSIDERATION OF THE EXPLOSION HAZARD AND TOXICITY OF GASES AND LIQUIDS TO ENSURE THE SAFETY OF THEIR PRODUCTION AND APPLICATION

A. Sharifov, Z.Kh. Gaybullaeva, U.M. Mirsaidov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe,
Republic of Tajikistan, ulmas2005@mail.ru*

The article analyzes the explosiveness and toxicity of some gases and liquids for ensure the safety at their production and application.

1,3,4-ТИАДИАЗИНЫ - БИОБЕЗОПАСНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВИРУСОВ ТИПА «COVID-19», ОБЛАДАЮЩИЕ АНТИКОАГУЛЯНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ ПО ОТНОШЕНИЮ К КРОВИ

Э.Х. Пулатов, М.И. Джумаева, Б. Мавлонов

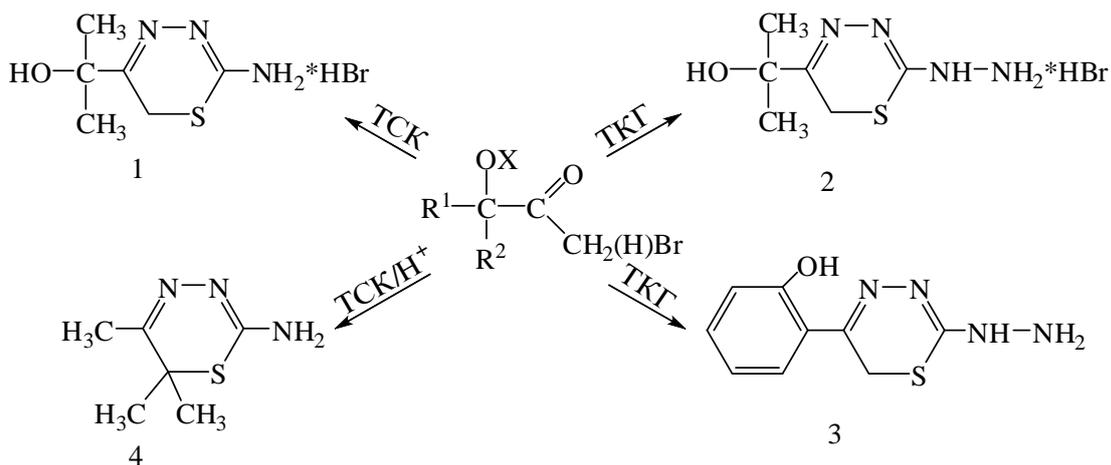
Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, coordin@yandex.ru

Фармакологические испытания 1,3,4-тиадиазинов, которые синтезированы на основе производных ацетиленовых спиртов, на белых крысах *in vivo* показали, что они обладают антикоагулянтными свойствами по отношению к крови человека.

Ключевые слова: гидратация, производные ацетилена, тиадиазины, антикоагулянтные свойства.

В период эпидемии «COVID-19» одним из побочных процессов инфицированных больных, приводящих к летальному исходу, было образование тромбов в крови.

В связи с этим, в лаборатории органического синтеза Института химии им. В.И. Никитина Национальной Академии наук Таджикистан проведён синтез ряда потенциально биологически активных соединений 1,3,4-тиадиазинового ряда, по схеме:



- (1) 2-(2-Амино-6Н-1,3,4-тиадиазин-4-ил) пропан-2-ол, гидробромид;
- (2) 2-(2-гидразинил-6Н-1,3,4-тиадиазин-4-ил)пропан-2-ол, гидробромид;
- (3) 1-(2-гидразинил-6Н-1,3,4-тиадиазин-4-ил)фенил-2-ол;
- (4) 2-амино-5,6,6-триметил-6Н-1,3,4-тиадиазин.

Аналоги представленных выше соединений, как показал анализ литературы [1-2], обладают антикоагулянтными свойствами по отношению к крови человека.

Синтезированные соединения подвергнуты фармакологическим испытаниям *in vivo* на предмет способности восстановления функций печени при поражении четырёххлористым углеродом.

Проведена также токсикологическая экспертиза на предмет наличия у данных соединений антикоагулянтного действия 1,3,4-тиадиазиновых гетероциклов на образцах крови животных.

Острая токсичность указанных тиадиазинов изучена на белых крысах при их внутреннем (пероральном) введении по методике, описанной в работе [3].

В результате проведённых опытов установлено, что все соединения являются нетоксичными, то есть клинических признаков интоксикации у животных не наблюдалось.

Гематопротекторное действие исследовалось по степени влияния макрофагального звена иммунной системы на морфофункциональное состояние печени на ранних этапах формирования токсического гепатита у крыс по методике, описанной в работе [4].

Профилактическое гематопротекторное действие при предварительном пероральном введении 1,3,4-тиадиазинов изучено на белых крысах при экспериментальной интоксикации четырёххлористым углеродом.

На основании проведённых исследований можно сделать заключение, что образцы 1,3,4-тиадиазинов являются нетоксичными и не оказывающими негативного влияния на организмы лабораторных животных.

Представленные 1,3,4-тиадиазины обладают выраженными дозозависимыми гематопротекторными и антикоагулянтными лечебными эффектами при экспериментальной интоксикации CCl_4 . При этом наибольшая лечебная эффективность наблюдается после использования 1,3,4-тиадиазинов в максимальной дозе.

Таким образом, в результате исследований нуклеофильных реакций в ряде продуктов гидратации ацетиленового спирта, получены несколько гетероциклических соединений тиадиазинового ряда с фармакофорными группами, среди них фармакологический скрининг некоторых соединений показал их высокую антираковую активность [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2259371 (РФ). Замещённые $5R^1,6R^2$ -1,3,4-тиадазин-2-амины и содержащие их фармацевтические композиции в качестве фармакологически активных средств, обладающих антикоагулянтным и антиагрегатным действием / О.Н. Чупахин, Л.П. Сидорова [и др.]; заявл. 05.05.2003; опубл. 27.08.2005.
2. Пат. 2411936 (РФ). Применение 2-морфолино-5-фенил-6н-1,3,4-тиадазин, гидробромида в качестве средства, обладающего гиполипидемическим и гипергликемическим эффектом / Е.Р. Бойко,

- Н.А. Вахнина, О.Н. Чупахин [и др.]; заявл. 11.01.2009; опубл. 20.02.2011; Бюл. № 5.
3. Беленький, М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта: Методологические рекомендации по токсико-экологической оценке лекарственных средств / М.Л. Беленький. – Воронеж, 1998.
 4. Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2009. - Т. 25. - № 2. - С. 300-302.
 5. Isobaev, M.J. Combining of natural and synthetic compounds-new approach to preparation of the biologically active substances / M.J. Isobaev, E. Kh. Pulatov, Haji Akber Aisa // Abstracts 4-th International Symposium on Edible Plant Resources and the Bioactive Ingredients. - Dushanbe, Tajikistan, 2014. - P. 48-49.

1,3,4-ТИАДИАЗИНҲО - МАВОДҲОИ БЕХАТАР БАРОИ ҲИМОЯ АЗ ВИРУСҲОИ НАВЪИ «COVID-19», КИ НИСБАТИ ХУН ҲОСИЯТИ ЗИДИКОАГУЛЯНТӢ ДОРАНД

Э.Х. Пулотов, М.И. Чумъаева, Б. Мавлонов

*Институт химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, coordin@yandex.ru*

Тадқиқотҳои фармакологии 1,3,4-тиадиазинҳое, ки дар асоси ҳосилаҳои спирти ацетиленӣ синтез карда шуда буданд, дар таҷрибаҳои in vivo ба мушҳои сафед нишон доданд, ки онҳо нисбат ба хуни инсон ҳосияти антикоагулянтӣ доранд.

***Калидвожаҳо:** гидрататсия, ҳосилаҳои ацетилен, тиадиазинҳо, ҳосиятҳои антикоагулянтӣ.*

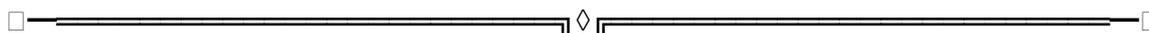
1,3,4-THIADIAZINES ARE THE BIOSAFE MEANS FOR PROTECTION AGAINST VIRUSES OF "COVID-19" TYPE WITH ANTICOAGULANT PROPERTIES

E.Rh. Pulatov, M.I. Djumaeva, B. Mavlonov

*V.I. Nikitin Institute of Chemistry, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, coordin@yandex.ru*

Pharmacological testing of 1,3,4-thiadiazines, which are synthesized on the basis of derivatives of acetylenic alcohols on white rats in vivo, showed that they have anticoagulant properties in relation to human blood.

***Key words:** hydration, acetylene derivatives, thiadiazines, anticoagulant properties.*



ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА НА ОАО «ТАДЖИК АЗОТ»

*Т.Х. Гадоев**, *Ф.М. Рахимов**, *Г.Г. Шодиев***, *З.Х. Гайбуллаева***

**ОАО “Таджик Азот”, г. Сарбанд, Республика Таджикистан,*

***Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,*

г. Душанбе, Республика Таджикистан, zumratihabib@rambler.ru

В статье анализируется производство карбамида с целью обеспечения его безопасного осуществления.

***Ключевые слова:** производство, карбамид, аммиак, безопасность, пожароопасность, взрывоопасность газов.*

Технологический процесс производства карбамида

Производство карбамида на ОАО «Таджик азот» является сложным и многостадийным с использованием природного и конвертированных газов, азотоводородной смеси, азота, кислорода, аммиака и других химических веществ. Превращение природного газа (метана) в конвертированный газ (CO , CO_2 , H_2 , N_2) происходит при температурах до $900-950^\circ\text{C}$, производство аммиака осуществляется при давлениях до 35 МПа и температурах $450-550^\circ\text{C}$, а карбамид получают также при высоких давлениях до 18-20 МПа. На рисунке 1 приведена технологическая схема производства карбамида. Производство карбамида является непрерывным, состоит из прямого синтеза карбамида $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ из аммиака и диоксида углерода.

Участвующие в производстве карбамида газы и жидкости являются горючими и взрывоопасными, также опасными для живых организмов [1]. Возможны выбросы в атмосферу опасных газов и паров других химических веществ. В связи с чем, обеспечение безопасности производства является первостепенной задачей его существования.

Анализ риска аварий на опасных производственных объектах является составной частью управления безопасностью на химическом производстве и состоит в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации потенциальных опасностей [2, 3].

Основные задачи по обеспечению безопасности производства карбамида состоят из:

- постоянного мониторинга режимов технологического процесса;
- анализа статистики производственного травматизма, обеспечения персонала спецодеждой и обувью, другими защитными средствами;
- соблюдения мероприятий по обеспечению безопасности производства и улучшения условий работы сотрудников;
- мониторинга экологических факторов;
- своевременной ликвидации аварийной ситуации;
- оценки экономической эффективности от улучшения условий труда.

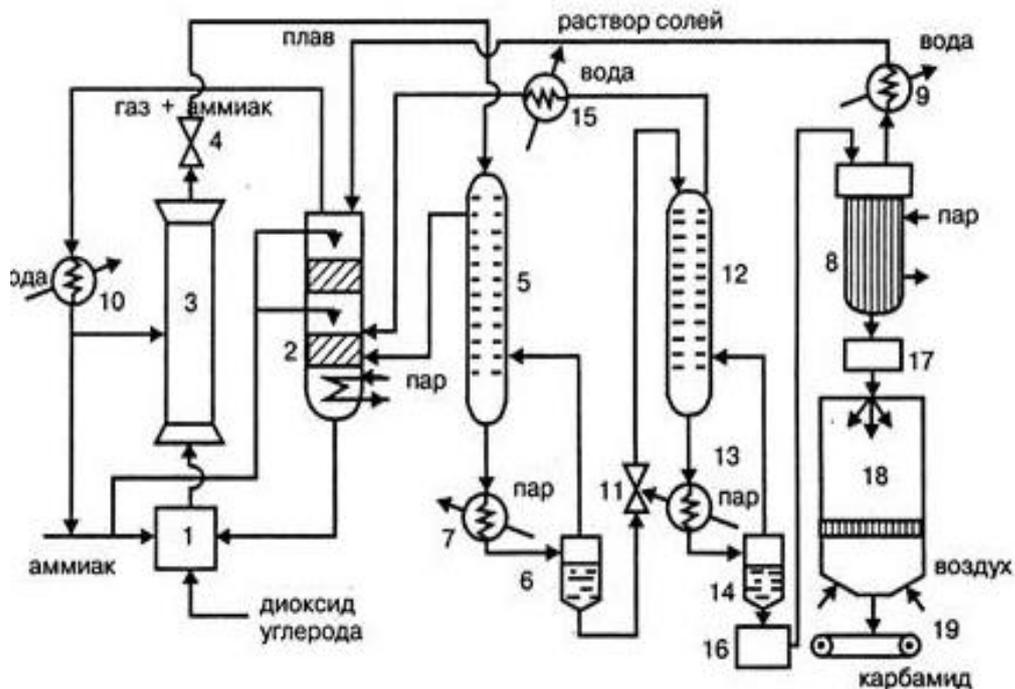


Рисунок 1 - Технологическая схема производства карбамида (1 – смеситель аммиака, диоксида углерода и раствора аммонийных солей; 2 – промывная колонна; 3 – колонна синтеза; 4, 11 – редукторы; 5 – ректификационная колонна I ступени; 6 – сепаратор; 7, 13 – подогреватели; 8 – выпарные аппараты I и II ступеней; 9, 10, 15 – холодильники-конденсаторы; 12 – ректификационная колонна II ступени; 14 – сепаратор II ступени; сборник раствора карбамида; 17 – сборник плава; 18 – грануляционная башня; 19 – транспортер).

Производство карбамида является пожаро- и взрывоопасным. Все узлы производства, кроме отделения компрессии CO_2 , по взрывоопасности относятся к категории III, а отделения компрессии - к категории IV. Здания и помещения по огнестойкости в основном относятся к категории Д, только помещение синтеза $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ относится к категории Б.

В таблице 1 приведён перечень особо опасных мест производства карбамида и характеристика опасностей.

Таблица 1 - Особо опасные узлы синтеза карбамида и характеристика опасностей

Наименование стадии, места	Характеристики опасности
Особо опасные стадии технологического процесса	
Узел синтеза карбамида (наружная установка)	При разгерметизации фланцевых уплотнений оборудования возможен выход газообразного аммиака и раствора карбамида вне системы, что вызывает отравление и ожоги
Узел конденсации аммиака	Возможно образование взрывоопасной смеси газов

Выход газообразного аммиака из-за разгерметизации оборудования	Вызывает ожоги и отравление людей
Насосно-компрессорное отделение	Выход аммиака вызывает отравление и ожоги
Наружная установка приёма аммиака	Выход жидкого аммиака вызывает отравление и ожоги
Помещение синтеза и дистилляции карбамида	Выход аммиака вызывает отравление и ожоги

В производстве карбамида присутствуют опасные и вредные факторы:

а) физического воздействия: действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты; движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека; связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха; связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха; связанные с механическими колебаниями твёрдых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации; связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; связанные со световой средой (некогерентными неионизирующими излучениями оптического диапазона электромагнитных полей) и характеризующиеся чрезмерными (аномальными относительно природных значений и спектра) характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности;

б) опасные факторы химического воздействия: токсические (ядовитые) химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь); раздражающие химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь); раздражающие химические вещества, воздействующие через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь);

в) опасные факторы психофизиологического воздействия: нервно-психические перегрузки, связанные с напряжённостью трудового процесса; перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени.

Устранение основных рисков в безопасности химического производства.

Наиболее опасными отделениями производства карбамида являются:

– узел приёма аммиака (наружная установка);

- узел синтеза карбамида (наружная установка, насосное отделение);
- узел дистилляции и конденсации газообразного аммиака.

В этих узлах из-за разгерметизации оборудования может произойти разлив жидкого аммиака.

Возможными причинами пожаров могут быть:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования цеха и подстанций;
- нарушение правил эксплуатации баллонов со сжатым и сжиженным газами;
- неправильное хранение промасленного обтирочного материала, несвоевременная его уборка;
- несвоевременная уборка мусора, сгораемых производственных отходов;
- несоблюдение требований инструкции по организации безопасного проведения огневых работ в цехах карбамида.

Для предотвращения возникновения взрывов, пожаров, отравлений, поражений электрическим током и исключения случаев травматизма в процессе производства и эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие требования:

- ведение технологического процесса осуществлять в соответствии с правилами эксплуатации оборудования, нормами и требованиями технологического регламента, инструкциями по рабочим местам, по технике безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии;
- работать только на исправном оборудовании, коммуникациях, оснащённых необходимыми исправными контрольно-измерительными приборами, запорной и регулирующей арматурой и предохранительными устройствами;
- ведение технологического процесса осуществлять при постоянно работающей приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей необходимую кратность обмена воздуха в производственных помещениях и соблюдения тамбурного режима, а также при постоянном местном отсосе образования пыли карбамида с транспортирующего оборудования;
- не допускать гидравлических ударов при подаче пара во избежание разрушения аппаратов и трубопроводов;
- не допускать пропусков продукта через фланцевые соединения, сальниковые уплотнения насосов и арматуры;
- пролитый продукт немедленно убрать, соблюдая меры предосторожности (спецодежда, спецобувь, противогаз, защитные очки, резиновые перчатки);
- для предотвращения возможности образования взрывоопасных смесей внутри аппаратов и трубопроводов, последние перед пуском и при подготовке к ремонту подлежат продувке;
- отбор проб производить в спецодежде, каске, спецобуви, перчатках, защитных очках, имея при себе фильтрующий противогаз, в присутствии лаборанта. Отборный вентиль открывать плавно во избежание разбрызгивания

продукта, стоять при этом сбоку от направления струи, а посуду располагать так, чтобы выход паров жидкости из посуды был направлен от себя;

– манометры на трубопроводах и сосудах, работающих под давлением, должны иметь клеймо и красную черту. Величина рабочего давления должна находиться в средней трети шкалы. Манометры проверяются в установленные сроки один раз в год в цехе КИПиА и через полгода в цехе с регистрацией в специальном журнале;

– крепление шлангов на трубопроводы осуществлять с помощью хомутов;

– технологические каналы в производственных помещениях должны быть закрыты металлическими настилами, при необходимости проведения ремонтных работ открытые технологические каналы требуется огородить;

– соблюдать правила дорожного движения при передвижении по территории предприятия, проявлять особую осторожность при перемещениях в помещениях и на территории цеха в условиях плохой видимости и в период гололедицы, при работе вблизи движущихся механизмов, пользоваться только установленными переходами, быть внимательными к сигналам, подаваемым водителями транспорта соблюдать элементарную осторожность и самоконтроль;

– следить за состоянием всех лестниц, обслуживающих площадок, по мере необходимости очищать их от снега, льда, грязи, посторонних предметов;

– входы и выходы, проходы и проезды, как внутри производственных подразделений, так и снаружи на примыкающей к ним территории, должны быть оборудованы освещением для безопасного передвижения работников и проезда транспортных средств. Запрещается загромождение проходов и проездов или использование их для размещения грузов.

На ОАО «Таджик Азот» производственный технологический процесс ведут согласно *«Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах»*, в которых имеются рекомендации по разработке плана локализации и ликвидации аварий, его составу, содержанию, форме, процедуре утверждения и пересмотра, а также проведению мероприятий по его выполнению. Документ предназначен для использования предприятиями, эксплуатирующими взрывопожароопасные и химически опасные производственные объекты, на которых возможны аварии, сопровождающиеся выбросами взрывопожароопасных и химически опасных веществ, взрывами в аппаратуре, производственных помещениях и наружных установках, которые могут привести к разрушению зданий, сооружений, технологического оборудования, поражению людей, негативному воздействию на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев, Ю.А. Карбамид: свойства, производство, применение / Ю.А. Сергеев, Н.М. Кузнецов, А.В. Чирков. - Нижний Новгород: Кварц, 2015. – 544 с.

2. Егорова, А.А. Особенности безопасности на химическом промышленном производстве / А.А. Егорова, Н.С. Феоктистов, А.О. Ужegov // Вестник Челябинского государственного университета. – 2021. - № 3 (449). - Вып. 72. - С. 174-180.
3. Химия. Технология. Анализ: Сборник. – М.: Наука, 1975. – 206 с.

ТАЪМИНИ БЕХАТАРИИ ИСТЕҲСОЛИ КАРБАМИД ДАР ҶСК “ТОЧИК АЗОТ”

Т.Х. Гадоев**, *Ф.М. Раҳимов**, *Ғ.Ғ. Шодиев, *З.Х. Гайбуллаева*****

**ҶСК “Тоҷик Азот”, ш. Сарбанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон,
**Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осими,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, zumratihabib@rambler.ru*

Дар мақола истеҳсоли карбамид бо мақсади таъмини амалиёти бехатарӣ он таҳлил шудааст.

***Калидвожаҳо:** истеҳсолот, карбамид, аммиак, бехатарӣ, оташигиранда, газҳои тарканда.*

ENSURING THE SAFETY OF THE PRODUCTION OF CARBAMIDE AT “TAJIK AZOT”

T.Kh. Gadoev**, *F.M. Rakhimov**, *G.G. Shodiev ***, *Z.H. Gaibullaeva**

**LLC Tajik Azot, Sarband, Republic of Tajikistan,
**Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, zumratihabib@rambler.ru*

The article analyzes the production of urea to ensure its safe implementation.

***Keywords:** production, carbamide, ammonia, safety, fire hazard, gases explosion hazard.*

ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Х.И. Тиллобоев**, *Х.М. Назаров, *Д.М. Ёкубова**, *Р.А. Джураева****

**Худжандский государственный университет имени акад. Б. Гафурова,
г. Худжанд, Республика Таджикистан, tilloboev-2006@mail.ru,*

***Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj*

В статье рассматриваются проблемы загрязнения и качества воды трансграничных рек на примере реки Сырдарья. Оценку качества водных ресурсов по гидрохимическим показателям проводили согласно с общепринятыми требованиями ПДК рыбохозяйственного назначения вредных веществ для поверхностных вод. В результате исследований установлено, что некоторые показатели превышают требование нормативов ПДК по некоторым элементам.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, загрязнение, спектрометрия, радиометрия, проба, анализ, концентрация.*

Река Сырдарья – самый многоводный и второй по длине (после р. Амударья) приток Аральского моря, впадает в неё у г. Худжанда. Берет начало в Альпийских и Кураминских горах Кустанайской области (Казахстан), на границе с Кыргызстаном, пересекает с севера на юг [1].

По химическому составу вода р. Сырдарья на всем протяжении её нижнего течения практически во все сезоны года гидрокарбонатно-кальциевая. Общая жесткость речной воды, как и минерализация, закономерно уменьшается вниз по течению. Наименьшие показатели её характерны для периода половодья, обычно ниже 2,0-2,5 мг-экв/л, наибольшие для речных – 4,0-10 мг-экв/л (то есть весной вода очень мягкая и мягкая, а в летне-осеннюю жесткая и очень жесткая).

Вода в течение всего года слабощелочная: средняя величина водородного показателя рН уменьшается от 7,6 в г. Худжанде, Б. Гафуровском и Спитаменском районах, до 7,3 в Мачинском районе и до 7,0 в Спитаменском районе.

Отбор проб воды проводили в июле и августе 2021 г. в шести точках гидрохимического опробования. Определены координаты точек с помощью навигатора GPS. В этот же период были исследованы две точки питьевого назначения на левом и в правом берегу, расположенных на различных притоках р. Сырдарья. Кайраккумское водохранилище расположено на р. Сырдарья (40.289261 с.ш., 69.619889 в.д.) Данное водохранилище имеет питьевое, ирригационное и культурно-бытовое назначение.

Пробы отбирали на шести точках:

Проба №1 – Вход Кайраккум, 40.375040 с.ш. 70.303086 в.д.;

Проба №2 – Выход Кайраккум, 40.283059 с.ш., 69.807199 в.д., в 6 км от г. Худжанда;

Проба №3 – Старый мост, 40.289261 с.ш. 69.619889 в.д.;

Проба №4 – Китай-мост, 40.261148 с.ш., 69.583092 в.д.;

Проба №5 – в черте города Бекабад 40.222055 с.ш., 69.432130 в.д.;

Проба № 6 – Питьевая вода центр г. Худжанда, 40.222055 с.ш., 69.532670 в.д.

Отбор проб производили стандартными методами в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Химический анализ воды осуществляли согласно аттестованным методикам. БПК₅ определяли на анализаторе растворенного кислорода малогабаритный «МАРК-201».

Качество воды р. Сырдарья оценивали на основе системы показателей в соответствии с общепринятыми нормативами ПДК вредных веществ для воды

рыбохозяйственных водоёмов. Анализ данных, представленных в таблице 1, показал следующие результаты: содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах нормы и составило 7,01-9,18 мг/л, хотя и не достигало 100% насыщения.

Таблица 1 – Гидрохимические показатели воды реки Сырдарья

Показатели	ПДК	Место отбора					
		Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №6
Кислород мг/л	4	7,01	8,03	7,75	9,2	9,18	9,38
БПК5 мг/л	2	4,25	4,20	4,27	4,26	3,11	2,22
Ион аммония, мг/л	0,4	0,58	1,17	1,05	1,57	1,29	1,23
Нитриты, мг/л	0,02	0,217	0,525	0,370	0,051	0,021	0,028
Нитраты, мг/л	8,9	0,30	0,39	0,55	0,37	0,32	0,29
Железо общее, мг/л	0,1	1,47	0,67	1,19	0,8	1,77	1,52
Медь, мкг/л	1	4,28	7	9,12	6,50	7,18	6,02
Цинк, мкг/л	9	108,08	84,23	81,42	16,25	53,17	49,14
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,31	1,30	1,05	0,12	0,5	0,42
СПАВ, мг/л	0,1	0,04	0,03	0,02	0,05	0,06	0,02

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может находиться в интервале от 0 до 15 мг/дм³, оно подвержено сезонным и суточным изменениям, дефицит его может наблюдаться в загрязнённых органическими соединениями водных объектах, а также в конце длительного подлёдного периода. Снижение концентрации до 2 мг/дм³ вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов [2].

Количество легко окисляемых органических веществ (по БПК₅), характеризующих активность микрофлоры, потребляющей кислород в процессе разложения окисляемой органики, было выше ПДК во всех пробах в 1,5-2,1 раза, только в створе р. Сырдарья показатель БПК₅, равный 1,22 мг/л, не достиг норматива. Величина БПК₅ снижалась вниз по течению от пробы №3 до пробы №6.

Биогены играют важную роль в осуществлении продукционных процессов в водоеме. Однако их повышенное содержание может отрицательно сказываться на гидробионтах.

Концентрация железа была высокой во всех пробах и составляла 6,2-17,3 ПДК. Максимальное содержание характерно для участков Старый мост – 1,44 мг/л, выход Кайраккум – 1,17 мг/л и до границы Бекобада – 1,73 мг/л. Столь высокая концентрация элемента, даже выше фоновой для водохранилища Кайраккумского бассейна (0,3-0,5 мг/л) может свидетельствовать о его антропогенном происхождении.

Медь и цинк – это элементы двойного генезиса. Они жизненно необходимы всем живым организмам в определенных концентрациях, поскольку входят в состав

ферментов или их активаторов, катализирующих все биохимические процессы, выполняют важнейшие биологические функции в процессах фотосинтеза, дыхания, в окислительно-восстановительных реакциях. Однако их повышенные концентрации являются токсичными для гидробионтов.

Содержание меди в воде р. Сырдарья варьировало в диапазоне 4,31-9,55 мкг/л при величине ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения 1 мкг/л. Наиболее высокая концентрация отмечена в пробе с.Ява (низ) – 9,5 ПДК. Концентрация цинка определена выше уровня ПДК на всех анализируемых участках. Превышение ПДК составило от 1,7 до 10,8 раз.

В водные объекты нефтепродукты поступают разными путями: со сточными водами предприятий нефтеперерабатывающей, нефтедобывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми сточными водами. Многие компоненты нефти обладают токсичными свойствами, что губительно сказывается на условиях обитания гидробионтов [3].

Нами был определен индекс загрязненности воды. За основу при расчете взяты шесть показателей: концентрация растворенного кислорода и значение БПК₅, азот нитритный, железо общее, цинк, нефтепродукты. Так, величина индекса загрязненности воды составила: в пробе г. Худжанд – 3.4 ед., что соответствует 3 классу «средне грязные». Проба Китай-мост – 2,32 ед., что соответствует 3 классу «загрязненные»; проба г. Бекабад – 6,46 ед., что соответствует 5 классу «очень грязные» [4].

Динамика усредненных гидрохимических показателей воды в реке Сырдарья указывает на приоритетные загрязняющие вещества, в том числе органические вещества (по БПК₅), азот аммонийный, нитриты, железо общее, тяжелые металлы (медь и цинк), нефтепродукты. Наибольшее количество загрязняющих веществ отмечено в пробах г. Худжанда, Китай-мост (выше источника загрязнения), г. Бекабад (ниже источника загрязнения). Качество воды на разных участках реки согласно индексу загрязненности соответствовало 4-6 классу от «загрязненной» до «очень грязной».

Таким образом, загрязненные воды попадают с организованными и неорганизованными площадными стоками, в том числе с урбанизированных территорий от предприятий промышленности, коммунального хозяйства, сельского хозяйства в том числе земледелия и животноводства. Гидрохимические показатели воды реки Сырдарья указывают на то, что река испытывает сильное антропогенное воздействие, поэтому необходимо проведение мониторинга по основным приоритетным загрязняющим веществам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концентрация тяжелых металлов в реке Сырдарья северного Таджикистана / З.А. Разыков, Дж.Н. Шерматов, Д.Д. Ходжибаев, М.М. Юнусов / Международная научно-практическая конференция «Технологии водоподготовки, биотехнологии и экологические аспекты»: Сборник тезисов. – Киев, Украина, 2013. – С.36-37.

2. Содержание изотопов ^{210}Po и ^{210}Pb в воде искусственного озера г. Истиклола Республики Таджикистан и их бионакопление в организме рыб / Х.М. Назаров, В.М. Миряхьяев, Х.И. Тиллобоев [и др.] // Радиационная гигиена. -2019. - Т. 12. - № 2 (спецвыпуск). – С. 50-53. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-10-2-50-53.
3. Тиллобоев, Х.И. Присутствие и особенности тяжелых металлов в составе природных вод / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, О.О. Ибодуллоев // Ученые записки. Серия экономических и естественных наук. – 2018. - № 4 (47). - С. 60-65.
4. Анализ воды Сырдарьи на тяжелые металлы / З.А. Разыков, М.М. Юнусов, Д.Д. Ходжибаев, Дж.Н. Шерматов / Республиканская научно-практическая конференция «Проблемы переработки месторождения полезного ископаемых». – Чкаловск, ГМИТ. 2015. – С. 29-31

ТАҶРИБАИ ТАҲҚИҚОТИ СИФАТИ ЗАХИРАҲОИ ОБҲОИ ФАРОМАРЗӢ ДАР ВИЛОЯТИ СУҒД

Х.И. Тиллобоев**, *Х.М. Назаров, *Д.М. Ёкубова**, *Р.А. Чураева****

**Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Б.Ғафуров,
ш. Хуҷанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, tilloboev-2006@mail.ru*

***Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиационӣ ва ядроии АМИТ,
Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj*

Дар мақола масъалаҳои ифлосшавӣ ва сифати оби дарёҳои фаромарзӣ дар мисоли дарёи Сир баррасӣ шудаанд. Баҳодихии сифати захираҳои об аз рӯи нишондодҳои гидрохимиявӣ, тибқи талаботи қабулшудаи МРС вобаста ба моддаҳои зараровар, бо мақсадҳои моҳипарварӣ барои обҳои рӯизаминӣ, гузаронида шудааст. Дар натиҷаи таҳқиқот маълум гардид, ки баъзе нишондиҳандаҳо аз талаботи меъёрҳои МРС барои баъзан элементҳо зиёд мебошанд.

***Калидвожаҳо:** металлҳои вазнин, ифлосшавӣ, спектрометрия, радиометрия, намуна, таҳлил, консентратсия.*

EXPERIENCE OF TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES QUALITY STUDY IN THE SUGHD REGION

H.I. Tilloboev**, *Kh.M. Nazarov, *D.M. Yokubova**, *R.A. Dzhuraeva****

**Khujand State University named after academician B.Gafurov,
Khujand, Republic of Tajikistan, tilloboev-2006@mail.ru,*

***Agency for Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety NAST,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, info@cbrn.tj*

The article deals with the pollution issues and water quality of transboundary rivers on the example of the Syrdarya River. The assessment of water resources quality on hydrochemical indicators was carried out in accordance with generally accepted requirements of maximum permissible concentration of harmful substances of surface waters for fishery purposes. As a result of the research, it was found that some indicators exceed the requirements of the maximum permissible concentration standards for some elements.

Key words: heavy metals, pollution, spectrometry, radiometry, sample, analysis, concentration



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Х.И. Тиллобоев, Д.А. Муротова, Р.А. Джураева

*Худжандский государственный университет имени акад.Б.Гафурова,
г. Худжанд, Республика Таджикистан, tilloboev-2006@mail.ru*

В статье рассматриваются результаты физико-химических исследований по очистке загрязненной воды от тяжелых металлов. Установлены содержание и концентрация тяжелых металлов, а также степень загрязнения исследуемых источников воды. Разработана технологическая схема очистки загрязненной воды.

Ключевые слова: *очистка, сорбционный метод, водные системы, тяжелые металлы, адсорбент, коагулянт, качество воды, pH.*

Одной из важнейших экологических проблем является загрязнение поверхностных и подземных вод ионами тяжелых металлов, которое негативно влияет на живые организмы и здоровье человека. Основным источником загрязнения водной среды пос. Адрасман тяжёлыми металлами является Горно-обогатительный комбинат (ГОК), деятельность которого связана с добычей свинцово-серебросодержащей руды и её переработкой с последующим получением свинцового концентрата. По мнению учёных, охрана гидросферы шахтных и дренажные вод продолжает оставаться наиболее уязвимой из-за образования большого количества сточных вод, которые содержат тяжелые металлы. Высокая загрязнённость тяжелыми элементами особенно влияет на водные объекты, которые распределяются в компонентах окружающей среды: воде, донных отложениях и т.д. [1].

Наиболее эффективным способом из существующих методов очистки является сорбционный метод. Для адсорбентов используют различные синтетические и натуральные пористые материалы, которые имеют разную поверхность (искусственные сорбенты, активированные угли, силикагели, цеолиты, глины). Основная наша задача заключается в том, что при выборе материалов

местного происхождения использовались материалы, имеющие сравнительно невысокую стоимостью, но относительно эффективную и высокую очистку.

Коагулянты из глины каолина местного происхождения могут служить сырьём для получения адсорбентов. В качестве сырья коагулянта для очистки загрязненной воды используется каолин, что позволяет решить сразу две экологические проблемы: очистку дренажных и шахтных вод от ионов тяжелых металлов и охраны природной среды [2].

Тяжелые металлы могут поступать в водные объекты со стоками из шахтных вод Адрасманского ГОКа в результате выпадения тяжелых металлов на территории водосборов из загрязнённого атмосферного воздуха и пыли, а также в результате глобального переноса воздушных масс из северных, северо-западных промышленных территорий юга Адрасманского ГОКа.

Целью данной работы является изучение сорбционных свойств адсорбента из глины каолина и очистка воды от ионов тяжелых металлов. Исследование физико-химических свойств адсорбента и оценка возможности их использования для хозяйств.

Методика исследований. Время отбора проб: сентябрь 2021 г. Отбор проб проводился с учетом требований «ГОСТ РФ. 51593-2000. Вода питьевая. Общие требования к отбору проб». Отбор проб осуществлялся с глубины 0,3-0,5 м в количестве 1 л в полиэтиленовые бутылки. Химико-аналитические работы проводились в стационарной лаборатории качества воды, водных экосистем и экотоксикологии и в сертифицированной лаборатории экологических исследований Горно-металлургического института Таджикистана. В отобранных пробах определялись: водородный показатель рН – потенциометрическим методом; содержание кремния – спектрофотометрическим методом; концентрации алюминия, свинца, меди, никеля, кобальта, цинка, марганца, хрома, кадмия, ртути - атомно-абсорбционным (анализатор ContrAA, Analytik Jena, Германия) и титриметрическим методами [3].

Район работ находится на нижних склонах Кураминского хребта, в 90 км к северо-востоку от г. Худжанда. Территория входит в Кайраккумский район Согдийской области Республики Таджикистан. Ближайший населенный пункт пос. Адрасман.

В работе использованы искусственный адсорбент-коагулянт, изготовленный из глины каолина, которая содержит сульфат алюминия (III) [3]. Технологический цикл приготовления адсорбент-коагулянта приведен в литературе [4]. Некоторые данные исследуемых адсорбентов приведены в таблице 1.

Одним из важных параметров при сорбционном извлечении ионов тяжелых металлов из раствора является значение кислотности среды, влияющая как на форму сорбируемого иона, так и на состояние групп сорбента. Нами была исследована зависимость степени адсорбции на разных уровнях рН от 2 до 9, начальная концентрация ионов свинца составляла 1 мг/дм³. Повышение степени сорбции свинца на всех исследуемых сорбентах относится к интервалу рН 7,0-8,00 (в среде нейтральной и слабощелочной), что имеет корреляционную зависимость с минимальным валовым содержанием ионов металла свинца в растворе [4].

Таблица 1 – Физико-химические характеристика коагулянта из глины каолина

Сорбент	Исходный материал	Удельная поверхность, м ² /г	Карбоксильная кислотность, ммоль-экв/г	Общая щелочность, ммоль-экв/г
Коагулянт	Пестрый каолин	1185	119,51	1,81
Коагулянт	Серый каолин	1172	101,31	1,74
Коагулянт	Белый каолин	1189	121,12	1,70

Нами также была оценена возможность использования данных коагулянтов для сорбционной очистки загрязненных вод при разном массовом соотношении адсорбента: раствор (1:1000; 1:500 и 1:200). Загрязненные шахтные и дренажные воды с разным количеством ионов свинца (0,082 и 0,04 мг/дм³). К 10 м³ воды загрязненной от тяжелых металлов вод прибавляли в качестве растворов ~1,0; ~2,0; ~5,0 г адсорбент-коагулянта при выдержке в течение 1 часа. Затем фильтровали содержимое каждой колбы через фильтр диаметром d=0,5 мкм. Содержание свинца в данном фильтрате определяли фотометрическим методом. Извлечение ионов свинца из загрязненной воды рассчитывали по степени сорбции R, %:

$$R = \frac{C_0 - C_{равн}}{C_0} \cdot 100\%$$

где C_0 – концентрация исходных ионов свинца (II) в загрязненной воде, мг/дм³;

$C_{равн}$ – концентрация ионов свинца (II) в воде после адсорбции, мг/дм³.

Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты изучения сорбции ионов Pb²⁺ из загрязненной воды (10 л) при массовом соотношении «раствор - сорбент» : 1000:1, 500:1 и 200:1

Масса, г	0,1		0,2		0,5	
	Сравн, мг/дм ³	R, %	Сравн, мг/дм ³	R, %	Сравн, мг/дм ³	R, %
$C_0 = 0,82$ мг/дм ³						
1	0,19	77,30	0,13	83,57	0,12	84,94
2	0,13	84,41	0,09	88,52	0,08	89,57
3	0,15	81,70	0,10	87,33	0,08	87,98
$C_0 = 0,40$ мг/дм ³						
1	0,2	49,00	0,14	64,25	0,13	66,50
2	0,13	68,25	0,10	75,50	0,09	77,50
3	0,14	65,00	0,11	72,52	0,10	73,42

Следует отметить, что вода обладает хорошими органолептическими свойствами после очистки (отсутствует цветность, запах и т.д.).

Использование 3-х видов адсорбентов для очистки загрязненной воды от тяжелых металлов позволяет снизить содержание ионов свинца в 2-8 раз. Белый каолин обладает лучшими сорбционными свойствами, но недостатком данного коагулянта является его ограниченность в запасах исходного сырья каолина - адсорбента. Отсутствие вторичного загрязнения воды является его преимуществом использования этих сорбентов. Значительным преимуществом сорбентов 1 и 2 является возможность добычи местного материала, что не вызывает загрязнение природной среды.

Обобщая вышесказанное, учитывая некоторые достоинства и недостатки исследуемых коагулянтов, можно отметить, что использование адсорбентов является эффективным способом очистки загрязненной воды от ионов свинца (II) и других тяжелых металлов. В свою очередь оно будет способствовать предотвращению загрязнения поверхностных и подземных вод в районе исследований. Из-за относительно высокого содержания тяжелых металлов и общей жесткости, наблюдаются частые заболевания и проблемы со здоровьем людей, проживающих в данном населенном пункте, так как ионы тяжелых металлов накапливаются в органах человеческого тела, а при высокой концентрации приводят к мутации. Тяжелые металлы опасны для жизненно-важных органов, например, для печени и почек, так как они снижают их фильтрационную способность. При этом в зависимости от вида вещества ПДК может отличаться. У некоторых представителей тяжелых металлов, в том числе у свинца и мышьяка эта величина значительно ниже – 0,0001 и 0,0006 мг/л, соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веденева, Н.В. Оценка эффективности сорбции веществ гумусовой природы на модельных растворах / Н.В. Веденева, А.В. Кошелев, В.А. Заматырина // Экологические проблемы промышленных городов. - 2017. – С. 424-428.
2. Сравнительная оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилищ Согдийской области Таджикистана / У.М. Мирсаидов, Х.М. Назаров, М.М. Махмудова [и др.] // Радиация и риск. - 2022. – Т. 31. - № 2. – С. 118-127. DOI: 10.21870/0131-3878-2022-31-2-118-127.
3. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэль. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 295 с.
4. Тиллобоев, Х.И. Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Сырдарьи (в пределах северного Таджикистана) / Х.И. Тиллобоев, В.М. Миряхьяев, Х.М. Назаров // Ученые записки. Серия экономических и естественных наук. - 2019. - №3 (49). – С.- 62-67.
5. Браун, Г. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / Г. Браун. – М.: Мир. 1965. – 307 с.

ИСТИФОДАИ УСУЛИ КОАГУЛЯТСИОНИИ ТОЗА КАРДАНИ ОБҲО АЗ ИОНҲОИ МЕТАЛЛҲОИ ВАЗНИН

Ҳ.И. Тиллобоев, Д.А. Муротова, Р.А. Чураева

*Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Б.Ғафуров,
Хуҷанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон, tilloboev-2006@mail.ru*

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти физикавӣю химиявӣю тоза кардани оби олудаишуда аз металлҳои вазнин баррасӣ шудаанд. Миқдор ва консентратсияи металлҳои вазнин, инчунин дараҷаи ифлосшавии манбаъҳои оби тадқиқшуда, муқаррар карда шудаанд. Нақшаи технологияи тоза кардани оби ифлосшуда, тартиб дода шудааст.

***Калимаҳои калидӣ:** тозакунии, усули сорбсионӣ, системаҳои об, металлҳои вазнин, адсорбент, коагулянт, сифати об, рН.*

COAGULATION METHOD FOR WATER PURIFICATION FROM HEAVY METAL IONS

H.I. Tilloboev, D.A. Murotova, R.A. Dzhuraeva

*Khujand State University named after academician B.Gafurov,
Khujand, Republic of Tajikistan, tilloboev-2006@mail.ru*

The article considers the results of physicochemical studies on purification of polluted water from heavy metals. The content and concentration of heavy metals, as well as the degree of pollution of the studied water sources, have been established. The technological scheme for purification of polluted water has been elaborated.

***Key words:** purification, sorption method, water systems, heavy metals, adsorbent, coagulant, water quality, pH.*