

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА**

**ИНСТИТУТИ КИМИЁИ ба номи В.И. НИКИТИН
ИНСТИТУТ ХИМИИ имени В.И. НИКИТИНА**

**МАҶМӯАИ МАВОДҲО
СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

ХОНИШҲОИ XX НӯЪМОҶОВӢ

**“МАРҲИЛАҲОИ МУОСИРИ РУШДИ ИЛМҲОИ КИМИЁВӢ ВА
ТЕХНИКӢ: МАСЪАЛАҲОИ МУБРАМИ НАЗАРИЯ ВА
АМАЛИЯ”**

XX НУМАНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**«СОВРЕМЕННЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКИХ И
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И
ПРАКТИКИ»**

Душанбе

22 октябри 2025 с.

Дар маҷмӯаи маводҳои ХХ Хониши Нуъмоновӣ “Марҳилаҳои муосири рушди илмҳои кимиёвӣ ва техникӣ: масъалаҳои мубрами назария ва амалия” ба нашр расонида шудааст.

Дар маҷмӯа натиҷаҳои мушкилоти асосӣ дар мавзӯҳои гуногуни химиявӣ, аз ҷумла: асосҳои физикӣ-химиявии коркарди ашёҳои минералӣ; маводҳои органикӣ ва ғайриорганикӣ бо хосиятҳои додашуда; масъалаҳои актуалии химия ва физикаи полимерҳо; фармакология ва химияи растаниҳои доругӣ; химияи экологӣ, радиоэкология ва энергетикаи гидрогенӣ; химияи пайвастагиҳои координатсионӣ; коррозия ва маводҳои ба коррозия устувор ва дигарон.

Маҷмӯаи илмӣ мазкур барои муҳаккикони соҳаҳои мухталифи химия, инчунин барои муҳассилини риштаи доктор PhD, доктор ҳабилитат, магистрҳо ва муҳассилини макотиби таҳсилоти олии Тоҷикистон тавсия дода мешавад.

©Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИТ. 2025

В сборнике публикуются материалы XX Нумановских чтений «Современные этапы развития химических и технических наук».

В сборнике опубликованы результаты решения основных проблем по различным химическим направлениям, в том числе: физико-химические основы переработки минерального сырья; органические и неорганические материалы с заданными свойствами; актуальные вопросы химии и физики полимеров; фармакология и химия лекарственных растений; химическая экология, радиоэкология и водородная энергетика; химия координационных соединений; коррозия и коррозионностойкие материалы, и другие тематики.

Сборник рекомендуется научным сотрудникам различных областей химии, а также для PhD-докторантов, докторов наук, магистров и студентов высших учебных заведений Таджикистана.

©Институт химии им. В.И.Никитина НАНТ. 2025

ISBN 978-99975-1-092-1

МУНДАРИЧА ОГЛАВЛЕНИЕ

У. Мирсаидов

АКАДЕМИК И.У. НУМАНОВ В РАЗВИТИИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ
КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ТАДЖИКИСТАНА..10

Раҳмонов Р.О., Файзуллозода Э.Ф.

НУЪМОНОВ ЭШОНҚУЛ УСМОНОВИЧ - ШОҲСУТУНИ ИЛМИ ХИМИЯИ ТОҶИК
ДАР АСРИ XX.....14

А.А. Ашуров, L.S. Liu*, З.К. Мухиддин

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПЕКТИНА ИЗ АБРИКОСА.....17

Холиқов С.С.

МАШЪАЛАФРЌЗИ РОҲИ ИЛМИ КИМИЁИ МУОСИР.....18

БАХШИ 1 - АСОСҲОИ ФИЗИКӢ-ХИМИЯВИИ КОРКАРДИ АШЁҲОИ

МИНЕРАЛӢ

СЕКЦИЯ 1 – ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ

МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Ш. Муродзода, С.В. Муминов, И. Мирсаидзода, И.Ф. Рахимов РАДИОНУКЛИДЫЙ
МОНИТОРИНГ БИОСРЕДЫ ТАДЖИКИСТАНА.....22

Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Х.И. Тиллозода, С.С. Рахматшоев, У.М. Мирсаидов

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕЧЕБНИЦЫ «ХАВАТАГ» В Г.
ИСТАРАВШАН СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....25

Х.М. Назаров, Ф.Д. Джаборов, С.С. Рахматшоев, У.М. Мирсаидов

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ДВОРЦА «АРБОБ»
СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....27

Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Х.И. Тиллозода, Ф.З. Шафиев

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В НЕКОТОРЫХ ЛЕЧЕБНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЯХ ТАДЖИКИСТАНА.....29

У.М. Мирсаидов, А. Бадалов

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ХИМИИ ЭНЕРГОЕМКИХ ВЕЩЕСТВ
В ТАДЖИКИСТАНЕ.....31

К.И. Изатуллозода, М.М. Тагоев, А.С. Курбонов, У.М. Мирсаидов

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ
МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ МЕТОДОМ СУЛЬФАТИЗАЦИИ.....34

С.К. Кодирзода, А.П. Тагаев, Х.Р. Рахмонов, И.М. Рахимов

РАЗЛОЖЕНИЕ КАОЛИНОВОЙ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДДЫ
ТАДЖИКИСТАНА СМЕСЬЮ МИНЕРАЛЬНЫХ КИСЛОТ.....37

А.П. Тагаев, С.К. Кодирзода, Х.Р. Рахмонов, И.М. Рахимов, У.М. Мирсаидов

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПЕКАТЕЛЬНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ
СИАЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДДИ ТАДЖИКИСТАНА.....39

Ш.А. Рахими, Х.М. Назаров, М.З. Ахмедов, И. Мирсаидзода

СОСТОЯНИЕ СОЛЕЙ ОЗЕРА АКСИКОНКУЛЬ ТАДЖИКИСТАНА.....41

Ф.А. Хамидов, М.Дж. Муминова, Ф.З. Шафиев, И. Мирсаидзода

РАДИОНУКЛИДЫ И РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ В ТАДЖИКИСТАНЕ.....44

Ф.Х. Гаффорова, В.Я. Саидзода, О.А. Азизов

РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ УРАНОВЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ
ТАДЖИКИСТАН ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО ВОКРУГ НИХ.....48

Ш.А. Рахими, Х.М. Назаров, Ф.Х. Гаффорова, У.М. Мирсаидов ВТОРИЧНАЯ
ПЕРЕРАБОТКА УРАНОВЫХ ОТХОДОВ «ФАБРИКИ БЕДНЫХ РУД» Г.

ИСТИКЛОЛ.....	50
С.С. Рахматшоев, К. Бобоев, М. Шодмонова, И. Мирсаидзода ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА УРАНОВЫХ ОТХОДОВ «ФАБРИКИ БЕДНЫХ РУД» Г. ИСТИКЛОЛ.....	53
К. Бобоев, Ш. Шарифзода, М. Бобоёров, М. Шодмонова ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ УРАНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ Г.ИСТИКЛОЛА.....	54
Х.М. Назаров, Д.И. Мирзоев, М.М. Исмайтинов, В.Я. Саидзода ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИАЦИОННО- ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ТАДЖИКИСТАНА.....	56
Х.М. Назаров, Х.И. Тиллозода, Ф.Х. Гаффорова, М.А. Зоитова СОДЕРЖАНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ОТХОДАХ ДИГМАЙСКОГО РАДИОАКТИВНОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА ТАДЖИКИСТАНА.....	58
Маматов Э.Д., Валиев Ю.Я., Хисайнов Т.Х. ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА ИЗ ФОСФОРИТОВЫХ РУД ЮЖНОГО СКЛОНА ГИССАРСКОГО ХРЕБТА.....	60
Маматов Э.Д. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ И ЭКСТЕНСИВНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗЛОЖЕНИИ БОРОСИЛИКАТНОЙ РУДЫ.....	64
Гайбуллаева З.Х., Гадоев Т.Х., Рахимов Ф.М., Хотамов И. ЭПР- ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ БУРЫХ УГЛЕЙ ТАДЖИКИСТАНА.....	67
М.Т. Жумаев, Л. Солиев МУВОЗИНАТЪОИ ДИВАРИАНТӢ ДАР СИСТЕМАИ БИСӢРКОМПОНЕНТАИ $Na^{+}, Ca^{2+} SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^{-} - H_2O$.....	70
Шерзоди С., Низомов И., Солиев Л. ФАЗООБРАЗОВАНИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ В СИСТЕМЕ $Na, Mg SO_4, F - H_2O$ ПРИ 0 $^{\circ}C$.....	74
Валиев Ю.Я., Кабзов Х.Б. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЮРСКИХ КАМЕННЫХ УГЛЯХ ОТ СТАДИИ ИХ УГЛЕФИКАЦИИ.....	78
<u>БАХШИ 2 - МАВОДӢОИ ОРГАНИКӢ ВА ҒАЙРИОРГАНИКӢ БО</u> <u>ХОСИЯТӢОИ ДОДАШУДА</u> <u>СЕКЦИЯ 2 – ОРГАНИЧЕСКИЕ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ С</u> <u>ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ</u>	
Махсумов А.Г., Шомуродов А.И., Исмаилов Б.М. РЕАКЦИИ АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ α- ПРОПАРГИЛОКСИНАФТАЛИНА И НЕКОТОРЫХ ВТОРИЧНЫХ АМИНОВ.....	82
Pulatova Z. J., Ortikov I.S., Elmuradov B. Zh. TARGETED SYNTHESIS OF 2-HYDRAZINYLBENZOXAZOLE AND ITS CONDENSATION WITH ALDEHYDES.....	83
F.F. Fayzullayeva, S.M. Muhammadiyev, B.Y. Ruziyeva, Sh. Sh. Daminova STRUCTURAL AND PHYSICOCHEMICAL STUDIES OF A Sm(III) COMPLEX CONTAINING β-DIKETONE LIGANDS.....	85
B.Y. RUZIEVA, F.F. FAYZULLAYEVA, SH.SH.DAMINOVA QUANTUM-CHEMICAL INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF COMPLEX COMPOUNDS BASED ON 2-AMINO BENZIMIDAZOLE AND ITS DERIVATIVES.....	88
<u>N.G.Nurillaeva, I.S.Ortikov, I.A.Abdugafurov, A.G. Maksumov</u> SYNTHESIS OF NOVEL 1H-1,2,3-TRIAZOLE DERIVATIVES	

BASED ON DI(PROP-2-YN-1-YL) ADIPATE AND DI(PROP-2-YN-1-YL) SUBERATE.....	92
М.Н. Абдусалымова, И.Ф. Рахимов, Ф.А. Махмудов СИНТЕЗ НАНО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....	94
Ш.С.ШАРИПОВ, Р.О. РАХМОНОВ, Ю. ХОДЖИБОЕВ, Б.Ф. САФАРОВ, А.С. АБДУРАХМОНЗОДА СИНТЕЗИ 2-АМИНОҲОСИЛАҲОИ 5Н-6-(ПАРА-ТОЛИЛ)ИМИДАЗО [2,1-В][1,3,4]-ТИАДИАЗОЛ ДАР АСОСИ РЕАКСИЯИ ҚОЙИВАЗКУНИИ НУКЛЕОФИЛӢ.....	97
M.N. Abdusalyamova, F.A. Makhmudov, Susan M.Kauzlarich SYNTHESIS AND STUDY OF SOME PROPERTIES OF SOLID SOLUTIONS Yb ₁₄ -xPrxMnSb ₁₁	102
Розиқов У.А., Рахмонов Р.О., Шарипов Ш.С., Ходжибоев Ю. СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ 2-АМИНО-7-ФЕНИЛ-5Н-[1,3,4] ТИАДИАЗОЛО[3,2-А] ПИРИМИДИН-5-ОНА.....	105
Э.Х. Пулатов, Б.Г. Мавлонов, Т.Х. Абдуллаев, Н.А. Хаётов, С. Умаров СИНТЕЗ 2-ГИДРАЗОНОТИАЗОЛИДИН-4-ОНА НА ОСНОВЕ ОКСИКЕТОНА АЦЕТИЛЕНОВОГО СПИРТА.....	108
А.М. Қобилзода, Ф.С. Шаронов, Ё.Ф. Қурбонов, Р.О. Рахмонов ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ РАВҒАНИ АТРИИ EPDEDRA EQUISETINA BUNGE-И ДАР ТОҶИКИСТОН РӢЯНДА.....	110
Хакимова М.Л., Икромов М.С., Раджабзода С.И. ИССЛЕДОВАНИЕ 1,3-ДИАЛКОКСИ-3-АМИНОКИСЛОТПРОПАН-2-ОЛОВ.....	114
С.И. Рустамзода, Ш.А. Мингбоев, М.Д. Исобаев, И.У. Файзилов ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ ЗОЛЬНИСТЫХ УГЛЕЙ.....	119
<u>БАҲШИ 3 - МАСЪАЛАҲОИ АКТУАЛИИ ХИМИЯ ВА ФИЗИКАИ ПОЛИМЕРҲО</u>	
<u>СЕКЦИЯ 3 – АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ</u>	
А.И. Ашууров, Г.А. Кодирова, Г.Д. Хасанов, З.К. Мухидинов ЭКСТРАКЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ПОЛИФЕНОЛЫ) ИЗ КОРНЕКЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА СОРТА «САРВАТ».....	123
А.И. Ашууров, Г.Д. Хасанов, Ш.Ё. Холов, З.К. Мухидинов ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНУЛИНА.....	127
Д.С. Мухиддинов, Б.С. Ёрова, В.А. Дегтярёв, С. Халикова, Д.Х. Халиков ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ГИДРОЛИЗА-ЭКСТРАКЦИИ НА ВЫХОД КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА РАСПАДА ПРОТОПЕКТИНА КОРЗИНКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА.....	129
Д.С. Мухиддинов, Д.Х. Халиков РОЛЬ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В ПРОЦЕССЫ СОРЕБЦИИ БИЛИРУБИНА ИЗ ПЛАЗМЫ КРОВИ.....	131
Б.С. Ёрова, А.И. Ашууров, С.Р. Усманова, З.К. Мухидинов ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ КОРОК ГРАНАТА.....	133
Ф.Т. Боймуратов КРИТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ НИКЕЛЯ.....	135

Ш. Хуриедзода, З.У. Шерова, С.Р. Усманова, З.К. Мухидинов ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СЕМЯН РОЖКОВОГО ДЕРЕВА (CERATONIA SILIQUA L.) МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЗОННОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	137
Хуриедзода Ш.Х., Шерова З.У., Усманова С.Р., Мухидинов З.К. АНАЛИЗ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТРУЧКОВ РОЖКОВОГО ДЕРЕВА (CERATONIA SILIQUA L.) МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЗОННОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	142
Ш.С. Юлдашева, М.И. Алиходжаева, Ф.С. Жалилов ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ЖИДКОГО ЭКСТРАКТА «ЭКСТРАДЕНТ».....	145
<u>БАХШИ 4 – ФАРМАКОЛОГИЯ ВА ХИМИЯИ РАСТАНИҲОИ ДОРУҒИ</u>	
<u>СЕКЦИЯ 4 – ФАРМАКОЛОГИЯ И ХИМИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ</u>	
Рахимов И.Ф., Назарова З.Дж. Нарзуллоева Ш.Б., Салимова С.Ш. ФАРМАКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН (SALVIA SCLAREA L.)	150
Л.Т. Пулатова, О.А. Камалов РАЗРАБОТКА И ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ БАД К ПИЩЕ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ БОЛЕЗНЕЙ ПЕЧЕНИ.....	155
Рахимов И.Ф., Назарова З. Д., Эльназаров М.Х., Салимова С. Ш., Шамсудинзода А. А., Нарзуллоева Ш.Б. ФИЗИКО -ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН.....	158
Рахимов И.Ф., Назарова З. Д., Эльназаров М.Х., Салимова С. Ш., Нарзуллоева Ш.Б. НАСТОЙКА «СЕГИЁҲА», ОБЛАДАЮЩАЯ ГИПОХОЛЕСТЕРИНЕМИЧЕСКИМ, ЛИТОЛИТИЧЕСКИМ И ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫМ ДЕЙСТВИЕМ.....	162
Т.Б. Мустанов, М.И. Алиходжаева ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕНЗОКЕТОЗОНА И ГЛИЦИРАМА НА СЕКРЕТОРНУЮ ФУНКЦИЮ ЖЕЛУДКА У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ.....	165
<u>БАХШИ 5 – ХИМИЯИ ЭКОЛОҒИ, РАДИОЭКОЛОГИЯ ВА ЭНЕРГЕТИКАИ</u>	
<u>ГИДРОГЕНӢ</u>	
<u>СЕКЦИЯ 5 – ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ И</u>	
<u>ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</u>	
А. Маҳмадмуродов, Г. С. Исломова НАТИҶАҲОИ ТАТҚИҚОТҲОИ НАЗАРИЯӢ ВА ТАҶРИБАӢИ РАВАНДҲОИ ЗАХИРАКУНИИ ХИМИЯӢИ ЭНЕРГИЯИ ОҒТОБ.....	169
Х.З. Карамбахшов, Ш.А. Курбонов, Ш.Р. Самихзода, Х.И. Холов, С.Ш. Сафаров ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ НРК- УДОБРЕНИЯ.....	171
Д.К. Субхонов., М.В. Валиев, А.Шарифов ЭФФЕКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ.....	174
Хасанова Нилуфар Хакназаровна ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	177
Х.И. Холов, Ш.Р. Самихов ЭЛЕКТРОХИМИКО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТИОСУЛЬФАТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА.....	179

<i>А.И. Шамсиддинов, М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихзода</i> ТАҲИИ НАҚШАИ ТЕХНОЛОГИЯИ ҒАНИҒАРДОНИИ МАЪДАНИ СУЛФИДИИ СУРМАЮ ТИЛЛОДОР.....	183
<i>Домуллоева М.Т., Мирбобоев Ш. Ч.</i> ОМУҲТАНИ УСУЛУҲОИ НАВИ ТОЗАКУНИИ ОБ АЗ НАФТ ВА ИДОРАКУНИИ ПАРТОВҲО.....	186
<u>БАХШИ 6 – КОРРОЗИЯ ВА МАВОДҲОИ БА КОРРОЗИЯ УСТУВОР</u>	
<u>СЕКЦИЯ 6 – КОРРОЗИЯ И КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ</u>	
<i>И.Н. Ганиев, Д.Ч. Курбонов, Ш.Ш. Окилов, Дж.Х. Джайлоев, С.С. Саидов</i> СИНТЕЗ, МИКРОСТРУКТУРА АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1 С КАЛИЕМ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ИХ ОКИСЛЕНИИ.....	190
<i>И.Н. Ганиев, Ш.Ш. Окилов, Д.Ч. Курбонов</i> АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1, ЛЕГИРОВАННОГО НАТРИЕМ, В СРЕДЕ РАСТВОРА 0,3 %-НОГО NaCl.....	193
<i>Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Сафаров А.М., Алиев Ф.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА E-AlMgSi (“алдрей”) С ИНДИЕМ.....	196
<i>И.Н. Ганиев, К.Х. Ашуров, Ш.Ш. Окилов, Джайлоев Дж.Х., Саидов С.С.</i> АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1 С БАРИЕМ, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 0,03%-НОГО NaCl.....	199
<i>Н.А. Аминова, И.Н. Ганиев, П.Н. Абдухоликова, Г.М. Рахматуллоева</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРОНЦИЯ НА КОРРОЗИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМ4-1-2,5 В СРЕДЕ 3% ХЛОРИДА НАТРИЯ.....	201
<i>Ходжаназаров Х.М., Ганиев И.Н., Саидов Ш.Х., Одиназода Х.О.</i> АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СВИНЦОВОГО БАББИТА B(PbSb15Sn10), ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ, В СРЕДЕ 0.3%-НОГО РАСТВОРА NaCl.....	205
<i>Ганиев И.Н., Табаров Б.Ш., Ходжаназаров Х.М., Алиева Л.З.</i> АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Zn-Li, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТЕ 0,03%-НОГО NaCl.....	209
<i>Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Одиназода Х.О., Рашидов А.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ МАРКИ А7Е С ЦИНКОМ.....	213
<i>Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Сафаров А.М., Абдулаков А.П.</i> КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПРОВОДНИКОВОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА E-ALMGSI (“АЛДРЕЙ”) С ОЛОВОМ, В СРЕДЕ РАСТВОРА 3.0%-НОГО NaCl.....	216
<i>Г.К. Бексеитова, И.Н. Ганиев, А.Г. Сафаров, Ф. Холмуродов, К.А. Рузиев</i> ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА МАРКИ А6 С КРЕМНИЕМ.....	220
<i>Г.К. Бексеитова, И.Н. Ганиев, А.Г. Сафаров, Ф. Холмуродов, Т.М. Алидодов</i> ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЁМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СПЛАВА АЛЮМИНИЯ МАРКИ А6 С ЖЕЛЕЗОМ.....	223
<i>М. Махмудзода, М. Маджиди, Р.А. Исмоилов</i> ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ NaCl СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ И НА ДРУГИЕ ПАРАМЕТРЫ НОВОГО МЕТАЛЛОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.....	228
<i>И.Н. Ганиев, Д.Ч. Курбонов, Ш.Ш. Окилов, Саидов С.С., Джайлоев Дж.Х.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАТРИЯ НА ТВЕРДОСТЬ АЛЮМИНИЕВОГО	

ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА ALV0.1	230
Ганиев И.Н., Рахмонзода М. Ф., Окилов Ш.Ш., Дж.Х. Джайлоев, С.С. Саидов. ВЛИЯНИЕ ИНДИЯ НА МИКРОСТРУКТУРА АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА ALV0.1	232
И.Н. Ганиев, Д.К. Азизова, Ш.Ш. Окилов, Джайлоев Дж.Х, Саидов С.С. ВЛИЯНИЯ ЦЕРИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА ALV0.1	234
Ганиев И.Н., Шоназаров Р.С., Хочаназаров Х.М., Файзуллоев У.Н. ТАЪСИРИ СТРОНСИЙ БА РАФТОРИ КОРРОЗИОНЙ- ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ ХЎЛАИ АЛЮМИНИЙИ ALCU4.5MG1 НАВЪИ ДУРАЛЮМИНИЙ ДАР МУҲИТИ 0.3% ЭЛЕКТРОЛИТИ NaCl	237
Ганиев И.Н., Джумъаева М.Б., Ходжаназаров Х.М., Ходжаев Ф.К. ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СВИНЦОВОГО БАББИТА B(PbSb15Sn10) В СРЕДЕ РАСТВОРА NaCl	242
И.Н.Ганиев, А.Г. Сафаров, С.Р.Олимшоева, Ф. Холмуродов. РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ALFE5SI10 С КАЛИЕМ	244
Савдуллоева С.С., Ганиев И.Н., Худойбердизода С.У. АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ALMG5,5LI2,1ZR0,15 ТИПА ДЮРАЛЮМИН, ЛЕГИРОВАННОГО ЛАНТАНОМ В СРЕДЕ 3.0%-НОГО РАСТВОРА NaCl	246
Ганиев И.Н., Амонзода И.Т, Якубов У.Ш., Жураева М.Ш. ВЛИЯНИЕ ГАЛЛИЯ НА ПОТЕНЦИАЛ КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА AlFe5Si10, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl	249
Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Амонзода И.Т. Жураева М.Ш. ПОТЕНЦИАЛ СВОБОДНОЙ КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА AlFe5Si10, ЛЕГИРОВАННОГО ГАЛЛИЕМ	253
Ганиев И.Н., Атоев Г.М., Исмонов Р. Д., Абдухоликова П.Н., Сафаров А. М. АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ZN-IN В СРЕДЕ 0.3%-НОГО ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl	256
Исмонов Р.Д., (Исмонзода Р.Д.), Ганиев И.Н., Сафаров А.М. ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА AB1, ЛЕГИРОВАННОГО ТАЛЛИЕМ, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 0,03%-НОГО NaCl ...	259
Маджиди М., Махмудзода М., Исмоилов Р. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ СПЛАВА Pb+0,03%Ag ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ	263
П.Н. Абдухоликова, И.Н.Ганиев, А.Э. Бердиев., Н.А. Аминова ВЛИЯНИЯ ИНДИЯ НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМСв4-1- 2,5, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 3%- НОГО NaCl	266
А. Джама, И.Н. Ганиев, А.М. Сафаров, Худойбердизода С.У., Муллоева Н.М. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА AL10SI10ZN ЛЕГИРОВАННОГО БАРИЕМ	269
Х.Н. Рахимов, Х.И. Кадилов, Ш.Б. Обидов, Б.М. Исмаилов, Э.Э. Машаев ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СКВАЖИН И ИХ СВОЙСТВА	273
Sh.Obidov, Kh.Kadirov, B.Ismailov, U.Azamatov, F.Urazov OBTAINING CORROSION INHIBITORS BASED ON ELEMENT-ORGANIC COMPOUNDS OF ZINC	276
В.Д. Абулхаев, М.А. Балаев, И.Н. Ганиев, Х.Х. Назарзода, Б.Д. Сайдалиев, С.О. Убайдов СИНТЕЗ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ Tb₅Bi₃-	

<i>Lu₅Bi₃.....</i>	<i>279</i>
<i>С.Ю. Киреев, А.З. Янгуразова, С.Н. Киреева</i> <i>КИНЕТИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНЫХ</i> <i>ПОКРЫТИЙ СПЛАВОМ ОЛОВО-ЦИНК ИЗ ЩЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА:</i> <i>СВОЙСТВА И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ.....</i>	<i>283</i>
<i>С.Ю. Киреев, Маркина М.А., Камардина Н.В., Балыбердин А.С., В.А. Крылов</i> <i>РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРОТОЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ФЕРРАТОВ ДЛЯ</i> <i>ОЧИСТКИ ВОДЫ.....</i>	<i>285</i>
<i>М.Р. Рахимов, И.Н. Ганиев, С.Э. Отаджонов, П.Р. Иброхимов, С.У.</i> <i>Худойбердизода</i> <i>КОРРОЗИЯ СПЛАВА АК1 НА ОСНОВЕ ОСОБО ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ С</i> <i>ЛИТИЕМ.....</i>	<i>287</i>
<i>С.Ю. Киреев, Р.Р. Мельзитдинов</i> <i>МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ОТВЕРСТИЙ</i> <i>В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЧЕЙКИ ХУЛЛА: ОПТИМИЗАЦИЯ</i> <i>ПАРАМЕТРОВ ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ.....</i>	<i>290</i>
<i>Мухиддинова М.М., Рахимзода Ф.А.</i> <i>ВЛИЯНИЕ ХРОМА НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВ-АЛЮМИНИЕВОГО</i> <i>СПЛАВА ЦА15, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ.....</i>	<i>292</i>

АКАДЕМИК И.У. НУМАНОВ В РАЗВИТИИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ТАДЖИКИСТАНА

У. Мирсаидов

**Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,
Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru**

Аннотация: Статья посвящена роли И.У. Нуманова в развитии научно-исследовательских работ (НИР) в области переработки минерального сырья Таджикистана, и заслугам академика Х. Сафиева в постановке НИР в этой области.

Ключевые слова: глинозём, борные продукты, алюмосиликаты, разложение.

По заданию Правительства республики в 1987 году была создана лаборатория переработки минерального сырья и отходов.

Директор Института химии им. В.И. Никитина академик И.У. Нуманов поручил мне организацию лаборатории и привлечение специалистов. Первым заведующим лабораторией стал к.т.н. Х.С. Сафиев, которого я знал, когда он был ещё студентом и читал им лекции по химической технологии. Х. Сафиев за короткий срок наладил работы по комплексной переработке минерального сырья Таджикистана. Подготовил специалистов, и лаборатория стала одной из ведущих лабораторий института. С учётом научных и организационных заслуг, связанных с созданием в Таджикистане нового научного направления по технологии комплексной переработки минерального сырья и отходов, в 2014 году он был избран академиком НАН Таджикистана.

К сожалению, в 2023 году не стало Х. Сафиева. Его ученики и последователи продолжают его дела.

В настоящее время лабораторией руководит к.т.н. И.М. Рахимов.

Комплексное использование сырья имеет важное значение в нынешних условиях, так как оно связано с решением проблемы создания безотходных и экологически чистых промышленных технологий. Разработка и освоение безотходных технологий имеет важное значение для предприятий химической, горно-химической, металлургической отраслей промышленности.

Ниже рассмотрим результаты по комплексному использованию минерального сырья Таджикистана.

Комплексная переработка борсодержащих руд Таджикистана

Одной из основных целей исследования являлась разработка технологий получения борных продуктов для нужд химической, медицинской, сельскохозяйственной и других отраслей республики. Однако создание в республике производства бора осложнено двумя проблемами. Во-первых, борное месторождение находится на высоте 4400 м над уровнем моря. Во-вторых, переработка имеющегося борного сырья требует создания инфраструктуры и значительных капиталовложений.

Как известно, в Таджикистане имеются борные месторождения, содержащие достаточные количества бора и являющиеся уникальными как по составу, так и по объёму. Поэтому разработка научных основ переработки борного сырья с выдачей рекомендаций по использованию продуктов переработки руд в различных отраслях является важной задачей.

Разработка комплексного использования борсодержащих руд месторождений Таджикистана позволит освоить новые виды борсодержащего сырья, а также заменить некоторые продукты, ввозимые из-за рубежа.

Бор и его соединения применяются во многих областях промышленности, сельского хозяйства, техники, науки, медицины и ядерной техники. Используются главным образом такие свойства бора и его соединений, как высокая твердость,

тугоплавкость, теплотворная способность, химическая стойкость, легирующие и дезинфицирующие качества, повышение урожайности сельхозкультур.

Необходимость развития борной промышленности можно охарактеризовать следующим образом. Производство соединений бора – относительно энергоемкое. Относительно небольшие по массе количества имеют значительную материальную ценность. Эти особенности и делают целесообразной постановку вопроса о создании в Таджикистане производства борных соединений. Здесь сооружены большие гидроэнергетические объекты, обеспечивающие выработку огромных количеств дешевой электроэнергии, и имеются достаточные резервы по рабочей силе.

При создании производства борных соединений необходимо исходить из обстоятельства, что наиболее эффективны будут относительно небольшие производства, гибкие по своему технологическому процессу, выпускающие продукцию высокой стоимости. Именно такого рода продуктами могут быть борные удобрения, борные стекла, эмали и борогидриды. Различные отрасли современной техники требуют данные продукты, и потребности в них будут возрастать. Целесообразно создание комплекса производств при наличии инвестора. Данбуритовые концентраты Таджикистана, содержащие в своем составе около 17% оксида бора и другие полезные компоненты, начали исследовать в Институте химии АН Республики Таджикистан в плане извлечения из них ценных компонентов и использования их после обработки минеральными кислотами.

Проведенные исследования по комплексной переработке боратных руд Памира дают возможность описать перспективы развития производства борных соединений Таджикистана. Проведенные исследования направлены на подтверждение целесообразности создания производства отдельных борных продуктов, поскольку такое производство требует развития ряда других, например, производства минеральных кислот. Поэтому представляется более целесообразным рассмотрение проблемы в комплексе.

В перечне производств для включения в комплекс могут быть:

- а) производство борной кислоты, которое может сочетаться с производством трихлорида бора;
- б) производство борных удобрений;
- в) производство буры, пербората натрия, эмалей;
- г) производство энергоемких веществ (борогидриды металлов, карбонатов и др.), которое может сочетаться с производством ацетилена с применением плазмотронных способов;
- д) производство карбида бора, нитрата бора.

Предварительная схема по комплексному использованию боратных руд представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема комплексной переработки боратных руд Ак-Архарского месторождения Таджикистана.

Соответственно, для развёртывания производства борных соединений в Таджикистане имеются необходимые условия.

Борная кислота является ключевым веществом для получения различных производных бора, сам бор имеет важное самостоятельное техническое применение. Особое значение имеет BCl_3 для получения энергоёмких веществ (рисунок 2).

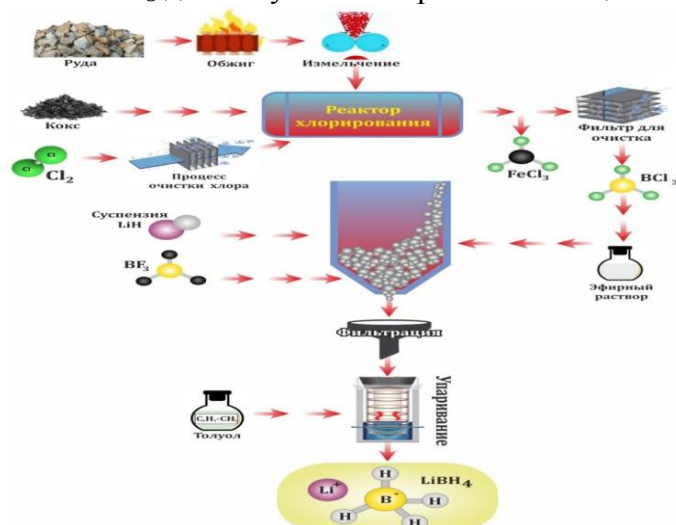


Рисунок 2 - Принципиальная технологическая схема получения борогидрида лития.

Комплексная переработка алюмосиликатных руд

Основным сырьём для получения алюминия в настоящее время являются высококачественные бокситы с содержанием глинозёма (Al_2O_3) до 50%.

В Таджикистане имеются большие количества низкокачественных алюминийсодержащих руд (содержание Al_2O_3 до ~25%). Эти руды представляют интерес, и при комплексном использовании из них можно получать ряд ценных компонентов для нужд страны.

В лаборатории комплексной переработки минерального сырья и отходов Института химии в течение 30 лет проводятся работы по исследованию физико-химических основ переработки алюмосиликатных руд хлорным и кислотными методами.

При использовании хлорного метода переработки можно получить энергоёмкие вещества (алюмогидрид лития) – ценный продукт для тонкого органического синтеза и веществ с большим содержанием водорода (рисунок 3).

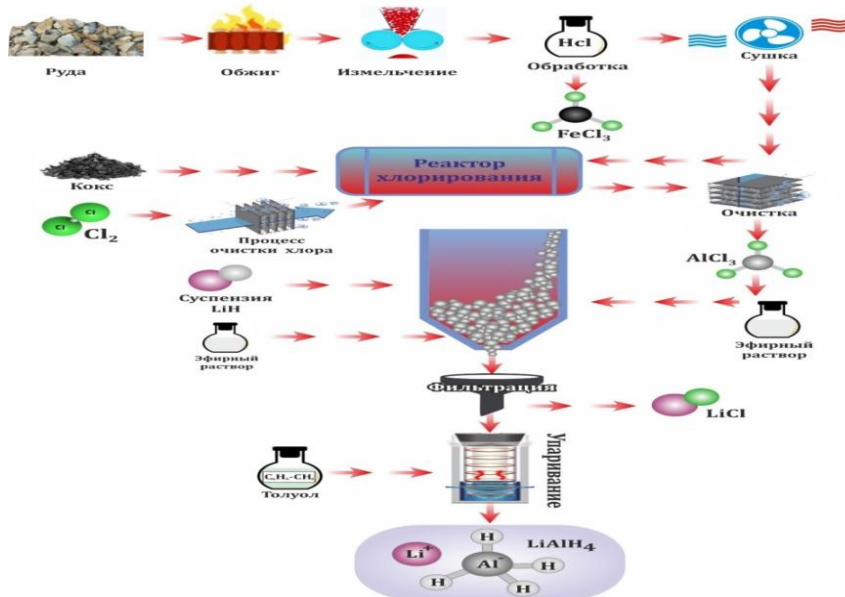


Рисунок 3 - Принципиальная технологическая схема получения алюмогидрида

ЛИТИЯ.

В 70-90-х гг. прошлого века в лаборатории разработаны эффективные методы получения компонента ракетного топлива с экономическим эффектом 6 млн. руб. для нужд обороны страны, который был внедрен на ПО «Навоизот» (Узбекская ССР). В указанный период были выполнены хозяйственные работы на сумму более 4 млн. рублей.

Сотрудники лаборатории получили более 10 республиканских и международных премий (TWAS, ICESCO, ЭКО, «Звезды Содружества») и ряд правительственных наград.

Разработаны новые безотходные и экологически безопасные кислотные способы переработки нефелиновых сиенитов с получением эффективных коагулянтов, высококачественного сырья для фарфорового производства, жидкого стекла и др.

Разработаны способы переработки растворов шламовых полей и твёрдых фтор-, углеродсодержащих отходов производства алюминия, в том числе с местным алюминий-, фторсодержащим сырьем, которые позволяют получать солевой раствор для газоочистки криолит-глинозёмного концентрата (КГК) для производства алюминия и щелочной коагулянт для очистки воды.

Способ получения криолит-глинозёмного концентрата (КГК) из отходов ОАО «ТалКо» и местного минерального сырья испытан в опытно-промышленном масштабе на НПП «Падида», а способы десульфатизации растворов шламовых полей, выжига и флотации твёрдых фтор-, углеродсодержащих отходов производства алюминия испытаны в опытно-промышленном масштабе и внедрены на ОАО «ТалКо».

Разработана принципиальная технологическая схема комплексной переработки отходов шламовых полей производства алюминия. Экономический эффект от внедрения данной разработки на ОАО «ТалКо» в период 2003-2006 гг. составил 600 тыс. долларов США.

В лаборатории подготовлены 15 докторов наук и более 60 кандидатов наук.

Достижения лаборатории не уступают работам, которые проводились в Институте химии по другим темам. Началу этих работ дал толчок академик И.У. Нуманов и всегда поддерживал указанное направление.

АКАДЕМИК И.У. НУМОНОВ ДАР РУШДИ ТАДҚИҚОТ ДАР СОҲАИ КОРКАРДИ КОМПЛЕКСИИ АШЕИ ХОМИ МИНЕРАЛИИ ТОҶИКИСТОН

У. Мирсаидов

*Институти химияи ба номи В.И. Никитин АМИТ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.
Душанбе. E-mail: info@cbrn.tj*

Тафсир: Мақола ба нақши И.У. Нумонов дар рушди корҳои илмӣ-тадқиқотӣ (НИР) дар соҳаи коркарди ашеи хоми минералии Тоҷикистон ва хидматҳои академик Х. Сафиев дар намоиши НИР дар ин соҳа бахшида шудааст.

Калидвожаҳо: гил, маҳсулоти бор, алюмосиликатҳо, вайронишавӣ.

ACADEMICIAN I.U. NUMANOV IN THE DEVELOPMENT OF RESEARCH IN THE FIELD OF INTEGRATED PROCESSING OF MINERAL RAW MATERIALS IN TAJIKISTAN

U. Mirsaidov

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of
Tajikistan, ulmas2005@mail.ru*

Abstract: The article is devoted to the role of I.U. Numanov in the development of scientific research in the field of mineral processing in Tajikistan, and the merits of academician H. Safiev in setting up research in this field.

Key words: alumina, boric products, aluminosilicates, decomposition.

НУЪМОНОВ ЭШОНҚУЛ УСМОНОВИЧ - ШОҲСУТУНИ ИЛМИ ХИМИЯИ ТОЧИК ДАР АСРИ ХХ

*Раҳмонов Р.О. – д.и.х., муовини директори Институти химияи ба номи В.И. Никитини
АМИТ*

Файзуллозода Э.Ф. – н.и.х., дотсент, декани факултети химияи ДМТ

Олими шинохтаи тоҷик, академики маъруф Нуъмонов Эшонқул Усмонович зодаи деҳаи Даҳбеди шаҳри Самарқанд буда, 15-уми июни соли 1919 дар оилаи хизматчӣ чашм ба олами ҳастӣ кушодааст. Овони кӯдакию наврасии ӯ ба даврони душвори барқарорсозии соҳти давлатдорӣ пас аз Инқилоби Кабири Сотсиалистии Октябр рост омада, то таъсисёбии Ҷумҳурии Шуравии Сотсиалистии Тоҷикистон сипарӣ гардидааст.

Мавсуф ханӯз дар синни 6-солагӣ барои савод омӯхтан ба мактаби кӯҳна, яъне мактаби усули нави Абдулқодир Шакурӣ шомил шуда, пас аз 7 соли хониш онро соли 1931 бомуваффақият ба итмом расонидааст.

Бо мақсади гирифтани маълумоти олий соли 1936 ба факултети химияи Донишгоҳи давлатии Самарқанд ба номи Алишер Навоӣ дохил шуда, онро соли 1941 хатм кардааст. Ҳангоми таҳсил бори аввал ӯро муаллими фанни химия Воҳидов ба озмоишгоҳи химиявӣ мебарад. Дар рафти машғулият ноҳост ба либоси Эшонқул ва ҳамсабақонаш қатраи рағғани эфир меҷақад. Бӯи хуши рағғани эфир-моеи зудбухоршавандаи рағғаннамудӣ беранг ё зардрангӣ бӯиш тез, ки аз баргу меваи баъзе растаниҳои хушбӯӣ ҳосил мекунамд, дар атриёт ва тиб истифода мешавад, ба машомаш хеле писанд меафтад. Ҳамин тариқ, донишҷӯи 17-сола Эшонқул Нуъмонов касби химик шуданро ба худ яқумрӣ пеша менамояд.

Эшонқул Нуъмонов солҳои 1939-1940 аз факултети химияи Донишгоҳи давлатии Самарқанд ба номи Алишер Навоӣ рухсатии академӣ гирифта, ба шаҳри Сталинобод (ҳозира Душанбе) меояд ва дар мактаби миёнаи №1, ки дар мавзеи Яккачинор воқеъ буд, ба толибилмон аз фанҳои химия, физика, математика, инчунин, ба муаллимони ғойбхони курсҳои тайёри аз фанни математика дарс гуфтааст. Он айём ӯ ҳамчун муаллими ҷавону ояндадори химия ном бароварда буд ва ақсар волидайн меҳостанд, ки маҳз фанни химияро ба фарзандонашон Эшонқул Усмонович тадрис диҳад. Зеро ӯ қобилияту истеъдоди хонандагонро ба инобат гирифта, асосҳои ин фанро ба онҳо пурра меомӯзонд ва шавқу завқашонро нисбат ба ин фанни дақиқ боз ҳам афзун менамуд. Муаллим зимни тадрис ба шогирдон ибораи маъмули «Химия-нони саноат аст»-ро, ки аслан ба қалами Михаил Василевич Ломоносов мутааллиқ аст, бештар ба забон меовард.

Ҳамин тавр, Эшонқул Нуъмонов ҳамчун равшангари роҳи маърифат ва хирад маҳсуб меёфт, ки тамоми умри бобаракати худро баҳри бедории маънавӣ ва худшиносии миллий бахшида, чун устои саҳтгиру сарталаб бо ақлу фаросати баланд дар он солҳои душвор бо меҳробонию самимияти ба худ ҳос, дили ҳазорон шогирдонро чун шамъи рӯзгор нуру рӯшноӣ бахшида, эшонро ба шохроҳи зиндагӣ ҳидоят карда аст.

Аз ин ҷост, ки ханӯз аз ҳамон даврон аҳли маориф ва илми тоҷик Эшонқул Нуъмоновро ҳамчун шахси соҳибмаърифату донишманд, инсони неқном, омӯзгори болаёқату соҳибтаҷриба мешинохтанд ва арҷ мегузоштанд.

Оғоз гардидани Ҷанги Бузурги Ватанӣ ҳаёти озоиштаи мардумро ҳалалдор намуд. Овози ғамгинонаи натоқи нотақор Левитан хатари таҳдид ба Ватанро эълон мекард, ҳеҷ як фарди меҳандӯстро бетараф гузошта наметавонист. Вақте фашистони хунхор моҳи ноябри соли 1941 ба дили Ватан-шаҳри дилорони Маскав наздик мешуданд, шиори панфиловчиёни диловар «Отступать некуда, позади Москва» он рӯзҳои хатарзо аз қалби хама садо дода буд. Зеро он шабу рӯзҳо дар рафти задухӯрдҳо озод намудани ҳар як

вачаб хоки муқаддаси Ватани азизамон бори хеле гарон махсуб меёфт.

Омӯзгори 22-сола Эшонкул Нуъмонов низ бетарафӣ зоҳир накарда, ихтиёрӣ ба фронт рафт. Аз моҳи январи соли 1942 то моҳи майи соли 1945 дар майдони ҳарбу зарб ҳамчун лейтенанти ротаи миномётчиён қаҳрамонона фидокориҳо нишон дода, борҳо аз зери обу оташ гузашта, барои мудофияи ватани ҷоноҷони худ синаро сипар кард ва борҳо ҷароҳатҳои вазнин бардоштааст.

Баъди бозгашт ба Ватан боз ором нанишаста, меҳри шогирдону баланд бардоштани ихтисосу муҳаббат ба донишомӯзиаш боло гирифта, моҳи июли соли 1945 ҳуҷҷатҳояшро ба шуъбаи ғоибонаи факултети табиатшиносии Институти давлатии педагогии Ленинобод ба номи С.М.Киров (ҳозира ДДХучанд ба номи академик Б.Ғафуров) супорида, моҳи июни соли 1947 онро муваффақона хатм менамояд. Сипас фаъолияти меҳнатиरो ҳамчун лаборанти калони Институти химияи Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон оғоз бахшида, то соли 1949 дар ин даргоҳи бонуфузи илми тоҷик фаъолият намуд. Соли 1948 бо тавсияи устодаш, директори ҳамонвақтаи институт Василий Иванович Никитин ба аспирантураи Институти химияи органикии Москва ба номи Н.Д. Зелинский Академияи илмҳои Иттиҳоди Шӯравӣ дохил шуда, соли 1952 рисолаи номзadiaшро дар мавзӯи «Таъсири фишори фавқулбаланд ба ҳосияти катализаторҳои сахт» таҳти роҳбарии Л.Ф. Верещагин дифоъ кард.

Фаъолияти худро пас аз ҷимояи рисолаи илмӣ соли 1952 ба ҳайси мудири лабораторияи химияи нефти Институти химияи Академияи илмҳои Ҷумҳурии Шуравии Сотсиалистии Тоҷикистон то соли 1971 ва ҳамзамон ба сифати мудири кафедраи химияи умумии Институти давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абӯалӣ ибни Сино (1952-1959) идома мебахшад. Дар давоми ин солҳо (ду даъват) вакили Шӯрои депутатҳои халқии шаҳри Сталинобод (Душанбе) низ интихоб шудааст.

Фаъолияти меҳнатиашро устод Эшонкул Нуъмонов ба таври ҳамкор (аз сабаби он ки корманди асосии Институти химия буданд), дар факултети химияи ДМТ аз соли аввали таъсисёбиаи соли 1959 оғоз намуда, то солҳои 1989-1990 идома додааст. Лозим ба тазаққур аст, ки қайд намоем устод Эшонкул Нуъмонов яке аз бунёдгузoron ва нахустин мудири кафедраи химияи органикии факултети химияи ДМТ ба ҳисоб рафта аз соли аввали ташкилшавии қачедра 1961 то соли 1965 роҳбарии онро ба зимма доштанд.

Кафедраи химияи органикӣ, яке аз кафедраҳои асосии факултети химияи ДМТ ба ҳисоб рафта, соли 1961 бо ташаббуси н.и.х., дотсент Нуъмонов Эшонкул Усмонович (баъдтар д.и.х., профессор, академики АИ ҶТ, директори Институти химияи ба номи В.И.Никитини АИ РСС Тоҷикистон) ташкил шудааст, ки зиёда аз 4 сол роҳбарии кафедраро ҳуди устод ба зимма доштанд. Барои таълиму тарбияи донишҷӯён инчунин олимони Институти химияи АИ ҶТ, ба монанди докторони илмҳои химия, профессор, академики АИ СССР дар Тоҷикистон, собиқ ноиби президенти АИ РСС Тоҷикистон Порошин К.Т., академики АИ СССР, профессор Калонтаров И.Я., профессор Румянсева З.А., профессор Глазунова Е.М., номзадони илми химия Буриченко В.К., Давидянц С.Б., Тулаганов А.И., Носиров И.М., Демяник А., Сидоренко В.К. маҳз бо даъвату роҳнамоиҳо устод ба факултет ба ҳайси устод омада, фаъолият намуда, саҳми арзандаи худро гузоштаанд. Дар пешрафт ва тараққиёти кафедра саҳми академики АИ СССР, профессор Порошин К.Т. нақши калон бозидааст. Маҳз бо ташаббуси ӯ дар кафедра мактаби илмӣ ба вучуд омадааст.

Хизматҳои устод Нуъмонов Э.У. барои ташкили баззаи моддиву техникаӣ, ҷалби устодон ба кафедра ва бо адабиётҳои илмиву таълимӣ муҷаҳазонидани кафедра назаррас мебошад. Бо талош ва заҳматҳои шабонарӯзии устод аввалини китоби дарсии химияи органикӣ соли 1973 аз забони русӣ (Органическая химия. Зери таҳрири УВ АИ СССР профессор Петров Анатолий Александрович) ба забони тоҷикӣ тарҷума шудааст, ки то имрӯз устодону кормандон ва донишҷӯёни факултет онро васеъ истифода мебаранд.

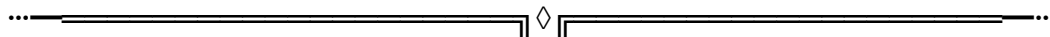
Тайи солҳои фаъолият дар Институти химия АИ Тоҷикистон устод вазифаҳои зеринро бар душ доштанд: мудирии озмоишгоҳ (лаборатория)-и химияи нефт, аз соли 1971 то соли 1988 директори Институти химия, то соли 1988 таҳти сарвари хирадмандонаи ин абармарди илму маърифат Институти химия яке аз марказҳои бузурги илми химия дар ИҶШС ба ҳисоб мерафт. Дар давраи фаъолияти назарраси устод Институти химия ба яке аз институтҳои пешқадам табдил ёфта, аз ҷиҳати омода намудани кадрҳои илмӣ баландхаттисос ҷойи аввалро дар сатҳи ҷумҳурӣ ва ҷойи намоёнро дар иттифок ишғол менамуд. Илова бар ин, дар давраи роҳбарии Эшонқул Нуъмонов заминаҳои моддию техникаи Институт хело ҳам мустаҳкам ва олимони тоҷик дар ин муддат ба як идда дастовардҳои зиёди илмӣ ноил гардида, рушду нумӯи илми химияи ватаниро таҳким бахшида буданд.

Беҳуда нест, ки ҳар сол дар Институти мазкур ба хотири гиромидошти хотираи неки Директори собиқадори он Эшонқул Нуъмонов мунтазам «Хонишҳои Нуъмоновӣ» гузаронида мешаванд. Ин падида гувоҳ аз мавқеи босазо ва обрӯю нуфузи академик Нуъмонов мебошад. Эшонқул Нуъмонов ҳарчанд соли 1988 бо хоҳиши худ аз мансаби директори институт рафта бошад ҳам, аммо бо хоҳиши шогирдон то рӯзи вафоти худ-29-уми ноябри соли 1992 ҳамчун директори ифтихории он ба шумор мерафт.

Фаъолияти илмӣ ва омӯзгорӣ устод Нуъмонов бисёр густурда ва доманадору шоиста аст. Ў соли 1972 дар мавзӯи «Элементҳои гетероатомии нефти депрессияи Тоҷикистон» рисолаи докториашонро ҳимоя намудаанд. Устод ҳамчун узви фаъоли Шӯрои Умумииттифокӣ оид ба нефтохимия ва раиси Раёсати тоҷикистони Ҷамъияти Умумииттифоқии химияшиносони ба номи Д. И. Менделеев (Москва) дар бисёр симпозиуму конференсияҳои мамлакатҳои Олмон, Венгрия, Чехословакия, шаҳрҳои Москва, Ленинград (ҳоло Санкт-Петербург) Ригаю Таллин, Тифлису Батумӣ, Грозний, Уфа, Гуреву Новосибирск ва ғайра фаъолони ширкат варзидааст. Академик Э. У. Нуъмонов муаллифи беш аз 300 асару мақолаи илмӣ ва илмӣ-оммавӣ, аз ҷумла монографияи «Компонентҳои гетероатомии нафтҳои депрессияи Тоҷикистон» (соли 1974) мебошад. Ба ҳайати узви Шӯрои илми химия ва технологияи пайвастагиҳои органикии сулфурӣ назди Кумитаи давлатии илму техникаи Шӯрои Вазирони ИҶШС, Шӯрои илмӣ оид ба химияи нефти назди Шӯбаи умумӣ ва химияи техникаи Академияи илмҳои Иттиҳоди Ҷумҳурии Шӯравии Сотсиалистӣ, Шӯрои минтақавии химияи нефти Қазоқистон ва Осиёи Миёна, раиси бахши химияи Кумитаи истилоҳоти назди Шӯрои Вазирони ҶШС Тоҷикистон, раиси Шӯрои минтақавии махсуси дифоӣ рисолаҳои номзадӣ барин вазифаҳои ҷамъиятиро фаъолони ба иҷро расонида аст.

Эшонқул Нуъмонов аз майдони набард ҳамчун ҷанговари асил бо ордену медалҳои зиёд баргашта аст. Ҷунонҷӣ ӯ дорандаи ду ордени «Ҷанги Бузурги Ватанӣ» дараҷаҳои 1 ва 2, инчунин, ордени «Ситораи Сурх», медалҳои «Барои Ғалаба бар Олмон», «Барои фатҳи Берлин», «Барои озод кардани Прага», «25-солагии Ғалаба дар Ҷанги Бузурги Ватанӣ», Ифтихорномаи Фахрии Президиуми Совети Олии Ҷумҳурии Шӯравии Сотсиалистии Тоҷикистон ва соли 1978 бо унвони ифтихории «Арбоби шоистаи илми ҶШС Тоҷикистон» сарфароз гардидааст.

Шодравон Эшонқул Нуъмонов шахси фидоии илм ва меҳнатдӯст буда, пайваста бо ҳисси баланди масъулиятшиносӣ заҳмат мекашиданд. Устод то вопасин лаҳзаҳои умри бобаракати хеш, барои рушди маориф ва илми тоҷик хидмати босазо карда, дар ҷомеа мавқеи сазовори худро пайдо карда буд. Рӯзгор ва осори устод барои шогирдон, олимону омӯзгорон ва насли имрӯза намунаи ибрат ба шумор меравад. Хотираи неки ин фарди ватандӯст, олими асил, марди соҳибхираду донишманд ва инсони равшанзамир ҳамеша дар қалбҳои дустону ҳамкасбон ва шогирдонҳои пайравони роҳи химияи тоҷик боқӣ хоҳад монд.



А.А. Ашуров, L.S. Liu*, **З.К. Мухиддин**

Институт химии им. В.И. Нукитина НАН Таджикистана

**Eastern Regional Research Center ARS USDA, Philadelphia, USA*

Абрикос (*Prunus armeniaca* L.) - известное плодовое растение, широко распространенный в Азии и Европе из-за высокой питательной ценности его плодов. Плоды абрикоса употребляют в пищу в незрелом, зрелом, сушёном виде. Из него готовят варенье, повидло, компоты и др. В лечебных целях с незапамятных времён используют всё растение.

Плоды абрикоса по химическому составу содержат до 28 % сахаров, пектин, крахмал, органические кислоты - яблочную, лимонную. В плодах много витаминов группы В, К, провитамин А, никотиновая кислота, большое количество солей К и Р [1]. Нами определены также фенольные вещества, бензойной, сноповой, сиригвой и транс-феруловой кислот, флавоноиды типа ванилин, резвратол, кверцетин, антоцианы и флавоноидные гликозиды [2]. Другие исследования показали, что существует положительная связь между потреблением богатых антиоксидантных диет, что уменьшает частоту дегенеративных заболеваний, включая рак, болезни сердца, воспаления, артрит, снижение иммунной системы, дисфункции мозга и катаракты [3, 4].

В данном сообщении мы представляем результаты выделения, очистки и анализа тонкой структура пектиновых полисахаридов (ПП) из плодов абрикоса сорта «Махтоби», произрастающего в нашей Республике с использованием высокоэффективные хроматографические методы - HPSEC, HPAEC-PAD, и спектроскопические GC-MS, ЯМР и ИК-Фурье.

На первых двух этапах экстракции получили более 32% растворимых веществ. Количество жировосковых липидов составил 21,84 %, а сума полифенольных соединений и олигосахаридов составили 10.5%. Содержание ПП в выжимках абрикоса составил 12.7%.

Результаты недавней работы [5] показали, что очищенная фракция пектина (F1AP) состояла из D-галактурановой кислоты, L-рамнозы, D-арабинозы и D-галактозы. Молекулярная масса (M_w) составил 1588 кДа. Это фракция было очищено на ионообменной хроматографической колонки DEAE Sepharose. В результате чего получены две различные фракции F1AP1 и F1AP6, которые элюировались водой и с 0,2 М NaCl. Первая фракция F1AP1 представлял нейтральный полисахарид и была связана с белком. F1AP1 имел основной цепь (1→4)-связанную D-галактурановую кислоту и (1→2)-соединенные рампиранозильные остатки, разветвленные арабиногалактаном, включая множественные гликозидные связи: T- α -Araf, 3- α -araf, 5- α -araf, 2- α -galp, t-galp, 2-galp, 3-galp, 4-galp, 6-galp, 2,4- galp, 3,4- galp, 3,6- galp и 4,6- galp – ные боковые цепи, имеющие метильные и ацетильные группы с высокой молекулярной массы (1945 кДа). Найденная экспонента уравнение Марка-Хаувинка для этого полисахарида составлял 0,276, что указывает на компактную сферическую конформацию.

В то время как другая фракция F1AP6 состоял преимущественно из менее метилированных областей гомогалактурановых цепей пектиновых полисахаридов. Молярная масса этой фракции было 117,5 кДа, а его конформация приняло более жесткую в виде конформацию случайных клубков.

Таким образом, полученные знания о молекулярной структуре данного пектина позволяет нам оценить, как баланс химической структуры и физических свойств двух пектиновых доменов, которые могут проявляться в изолированной

Литература

1. Abdel-Rahman M.K. Can apricot kernels fatty acids delay the atrophied hepatocytes from progression to fibrosis in dimethylnitrosamine (DMN)-induced liver injury in rats / M.K. Abdel-Rahman // Lipids Health, Dis. 2011. № 10, P. 114.
2. Рахмонов М.Х., Джонмуродов А.С., Бобокалонов Дж.Т., Мухидинов З.К., Liu L.Sh. Полифенольные соединения плодов абрикоса Мат. XV Нумановские чтения, «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве», Душанбе 24-Октября 2019 г. С.112-114.
3. Dauchet L. Fruit and vegetables and cardiovascular disease: epidemiological evidence from the non-western world / L. Dauchet, J. Dallongeville // Brit. J. Nutr., 2008. № 99, P. 219–220.
4. Toress D.P.M. Galacto-oligosaccharides: Production, properties, application and significance as prebiotics / D.P.M. Toress, M.P.F. Goncalves, J.A. Teixeira et al. // Comprehensive Review in Food Science and Food Safety, 2010. № 9, P. 438-454.
5. Muhidinov, Z. K., Nasriddinov, A. S., Strahan, G. D., Jonmurodov, A. S., Bobokalonov, J. T., Ashurov, A. I., Zumratov, A. H., Chau, H. K., Hotchkiss, A. T., & Liu, L. S. Structural analyses of apricot pectin polysaccharides. International Journal of Biological Macromolecules, 2024, 279, 135544. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135544>.

МАШЪАЛАФРЌЗИ РОЌИ ИЛМИ КИМИЁИ МУОСИР

Холиқов С.С. н.и.х, дотсенти кафедраи химия ва методикаи таълими он.
Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳ Рудакӣ.

E-mail: osmi1957@mail.ru

Тафсири: Дар мақолаи мазкур дар бораи фаъолияти илми-омузгории Э.У.Нуъмонов маълумотҳои саҳеҳи илми гирд оварда шудааст. Фаъолияти омузгории академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов аз солҳои пурдаҳишти 1939 оғоз меёбад. Вазорати маориф ёро дар ин солҳо ба ҳайси омузгор дар мактаби таҳсилоти миёна назируфт. Қайд кардан ба маврид аст, ки фаъолияти минбаъдаи омузгории устод ба ҳайси мудири кафедраи химияи органикии Донишгоҳи тиббии Тоҷикистон идома ёфт. Дар ин донишгоҳ ӯ ба шогирдонне, ки дар дар оянда таббиб мешаванд аз фанни химияи органики дарс мегуфт. Мақолаҳои илмии устод беи аз 250 ададро таҳкил дода зеро роҳбарии ӯ зиёда аз 25-нафар кормандони соҳаи илми кимиёи муосир созвори унвони илми гардиданд.

Калидвожаҳо: академик, омузгор, кимиёи узвӣ, аспирантон, институт, профессор, дарс, гизои маънавӣ, озмоиш.

Дар ҳар даври замон бо шахсиятҳои наҷиб, навоар, илмдӯст, меҳрубон ва нексириште рӯ ба рӯ мешавем, ки онҳо тамоми ҳастии хешро ба хизмати халқу ватан бахшида, дар ҷодаи илму маърифат дар ҷамъият мавқеи муайянеро ишғол менамоянд. Академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов мардест соҳибдил, ростқавлу поксирӣш, олими шинохтаи соҳаи кимиёи органики ва зодаи ҳислатҳои ҳамидаи инсонӣ. Ӯ мисли шамъ сӯхта атрофиёни худро рушани бахшид. Ба қавли шоир, ки хуш гуфтааст;

Шамъ шав, шамъ, ки худро сӯзӣ,

То баъдан базми касон афрӯзи.

Ҳаёт ва фаъолияти академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов, ки шахси

муътабар ,ростқавлу ҳақиқатгӯ намунаи ибрат буда барои ҷавонон мактабест, ки меҳнатдӯстӣ пуртоқатӣ , устуворӣ , тамкину таҳаммул, субот ғамхори ва меҳрубонӣ ба хонаводаву фарзандон ва амсоли чунин хислатҳоро меомузанд.

Академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов дар солҳои 1976-77 ба мо аз курси химияи узвӣ дар ду семестр дарс гузаштанд. Дарсҳои лексионие , ки ўстод мегузaronд хело дастрасу шавқовар ва молмоли проблемаҳои кимиёи узвии муосир буданд. Аз воситаҳои техникӣ ва технологияи муосир дар дарсҳои назариявӣ ва амалӣ ҳаматарафа истифода мебуданд. Дар дарсҳои амалӣ ўстод донишҷӯёнро барои гузаронидани корҳои озмоишӣ , илмӣ таҳқиқотӣ пайваста ҳидоят мекарданд. Ёдрас менамоям, ки ҳар як равияи фикри миллат маълум аст, ки хизматҳои бошарафонаи академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов ба пешрафти бахшҳои мухталифи илмҳои кимиёи муосир басо бузург буда, дар амалия самарайи дилхоҳро ба бор овардааст. Тадқиқотҳои ба амал овардаи академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов сер паҳлу буда бахшҳои назариявӣ ва амалии кимиёи узвии муосирро дар бар мегирад. Роҳи тайнамудаи ўстод басо пурифтихору омузонда аст. Аз омузгори мактаби миёнаи умумии то сатҳи доктори илмҳои кимиё профессор академики АМИТ, директори институтути кимиё расидан хизмати басо мушкилро талаб менамояд. Шумо ин ағбаи зиндагиро сарбаландона тай намудед. Бо сайёи худ , бо кушиши шабонарӯзии худ бори гарони илмро бе осеб ба қулаи мурод бурда расонидед. Шоири тавоно ва мутаффакири бузурги форсу тоҷик Фариддудини Аттор мефармояд:

Ақба дар роҳ аст, борат бас гарон,
Нағзарад борат ба сайёи дигарон.

Хизматҳои шоистаи ин марди ҷодаи илми кимиёи узвӣ дар рушду нумуи илми тоҷик саҳми арзанда ва шоёни таҳсин аст. Шуморо аҳли ҷамоатчиғии шаҳри Душанбе ва ҷумҳурӣ ҳамчун олим, ходими намоёни ҷамъиятӣ академики АМИТ пайваста эҳтиром гузошта ёдовар мешаванд. Академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов ҳамчун олим ва ўстоди пурамали илми кимиёи муосири тоҷик шинохта шуда, бо меҳру муҳаббати ўстодона дар дилу дидаи шогирдон ҷой гирифта чун гавҳараки чашм барои халқу миллат азизу муътабар мебошад. Инсон ҳамеша ҳамнабарди зиндагист. Зиндагӣ чун дарёест, ки ҳамеша шиновари чусту чолокро талаб дорад. Ҳангоми тўфони зиндагӣ як лаҳзаи ғофил будан инсонро ба марг бурда мерасонад. Гузашти айём ба инсон ҳар замон мушкилотеро пеш мегузорад, ва ўро водор месозад, ки ба он машғул бошад ва то аз он раҳо гаштан боз мушкилоти дигареро пеш меорад.

Агар ба фарёди таърихи гузашта гуш диҳем, мебинем, ки зиндагӣ корвонеро менамояд, ки ҳамеша дар пайи тағйири манзил аст. Аз он корвон боз мондан барои инсон хатарзо аст. Аз ин рӯ инсон дар ин сафар набояд лаҳзае фориғ бошад. Абулмаонӣ Мирзо Абдурқодири Бедил дар ин маънӣ чунин гуфтааст:

Гуфтам, ки хор аз по кашам, маҳмил ниҳон шуд аз назар ,
Як лаҳза ғофил гаштаму садсола роҳам дур шуд.

Ин лаҳзаҳои даргузари илмро ўстоди гиромӣ Эшонқул Усмонович Нуъмонов хело хуб дарк мекард. Ў ҳар дақиқаи умри хешро ба илми тоҷик бахшид. Ба қавли мавлоно Абдурахмони Ҷомӣ, ки чунин гуфтааст:

Тоҷи сари ҷумла ҳунарохост илм,
Қуфл кушои ҳама дархост, илм.

Ўстод академик Эшонқул Усмонович Нуъмонов якҷуяу якҷавлу як маром буд. Аз аввал аъзои ҳизби коммунистӣ буд ва то ба охири умр дар он маслак устувор монд. Аксари соҳибмансабон аз ин ҳизб рӯй гардонда худро ба сафи ҳизбҳои замонавӣ номнавис карданд. Вале ў ҳамчун фарзанди бо вафои ҳизби

комунистӣ яъне ҳизби В.И.Ленин меғӯяд,ки маҳз устухони ман бо ғизои ин ҳизб сахт шудааст. Ў аз ҳизби коммунист рӯ гардонданро куфрони неъмат меҳисобад. Устои зиндаёд Эшонқул Усмонович Нуъмонов дар ҳақиқат омузгори ҳақиқӣ буданд. Ў илми кимиёро барои хонандагону донишҷӯён чунон намоён месохт, ки дар дилу дидаи ҳама ҷой мегирифт. Қайд менамоем,ки фаъолияти омузгории Эшонқул Усмонович Нуъмонов ба ҳайси баланди миллӣ, ватандӯстию ватанпарастӣ ва худшиносию худогоҳӣ саршор буд ва шогирдонро дар ҳамин руҳия тарбия менамуд. Ин аст,ки мардум дар тули таърих ба фаъолияти омузгор эҳтиром меғузоранд. Маҳз фаъолияти омузгор аст, ки ҷомеаро ба роҳи рост раҳнамои мекунад. Қайд кардан ба маврид аст, ки симои омузгор дар асарҳои классикони адабиёти форсу тоҷик ҷойгоҳи вижа дорад ва қадри ўро аз қадри падар беш меҳисобанд. Садсолаҳост, ки ин шоҳбайти шоири машҳур Абдурахмони Ҷомӣ таҳкид бар тавоноию қудрати азими маърифат густарии омузгор мекунад ва он дар замони мо низ собитгари мақоми волою рисолати олии устод аст. Мавлоно Ҷомӣ чунин гуфтааст:

Дарси муаллим гар бувад зам-замаи муҳаббате,
Чумба ба мактаб оварад тифли гурез пойро.

Дарсҳои ўстод аз зам-замаи илми кимиё саршор буд. Ёдрас менамоем, ки дар даврони соҳибистиқлолии кишвар обрӯи омузгор ба маротиб боло рафт. Мақоми омузгор дар байни мардум решаҳои устувори худро ғузошт. Эшонқул Усмонович Нуъмонов омузгори дараҷаи олӣ маҳсуб меёфт. Зикри фаъолияти омузгории он руҳу равони кормандони илмиро ғизои маънавӣ мебахшад. Зери роҳбарии устои зиндаёд Эшонқул Усмонович Нуъмонов

25-нафар аспирантон аз ҷумла А.И.Скобелина, Т.Н.Снешилова, И.М. Носиров, И.А.Юсупова, В.С. Елисеев, Н.А. Азизов, К.Т.Каримов, Р.У.Усмонов, Н.Р. Раҷабов С.С.Чалолов, Р.Т.Аҳмадиева, М.Д.Воронсева рисолаҳои номзатии худро сарбаландона ғимоя намуда ба шоҳроҳи илм сафарбар гардиданд. Ёдрас менамоем,ки зери роҳбарии ў дар инстиуту химия академик Мирсаидов У.М., профессорон Куканиев М.

Р. Тошбоев,М.Д.Исобоев, Р.Усмонов чун ахтарони пурҷило дар осмони беғубори илми тоҷик пайваста нурафшон мебошанд.

Адабиёт:

1. Академик Э.У. Нуъмонов дар хотираи шогирдон ва ҳамкорон(зери таҳрири академик У.М.Мирсаидов, Душанбе, Дониш, 2019)
2. Дунёи илми академик Э. У. Нуъмонов, Душанбе, ҶДММ "Меҳрона"2017
3. Э. У. Нуъмонов (под.ред У.М.Мирсаидов- Душанбе: Дониш 1989.
4. Нуъмонов Э. У. Химия дар ҳаёт ва саноат (Э. У. Нуъмонов-Сталинобод,1958)
5. Академик Э.У. Нуъмонов -учёний, патриот, гуманист (Отв.ред.ак.АНРТ,У.Мирсаидов- Душанбе: Дониш,2008)
6. Холиқов Ш. Химияи органикӣ(Ш.Холиқов- Душанбе: Эрграф.2011)
7. Очерки по истории органической химии – М. Наука-1977
8. История химии в Россия, М. Наука- 1985

Машғал афрӯзи роҳи илми кимиёи муосир

Холиқов С.С. н.и.х, дотсенти кафедраи химия ва методикаи таълими кимиё. Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳ Рудақӣ.

Тафсир: Дар мақолаи мазкур дар бораи фаъолияти илми-омузгории Э.У.Нуъмонов маълумотҳои саҳеҳи илми гирд оварда шудааст. Фаъолияти омузгории академик Эшонқул.Усмонович.Нуъмонов аз солҳои пурдаҳшати 1939 оғоз меёбад. Вазорати маориф ўро дар ин солҳо ба ҳайси омузгор дар мактаби

таҳсилоти миёна пазируфт. Қайд кардан ба маврид аст, ки фаъолияти минбаъдаи омузгори устод ба ҳайси мудири кафедраи химияи органикии Донишгоҳи тиббии Тоҷикистон идома ёфт. Дар ин донишгоҳ ӯ ба шогирдонне, ки дар оянда таббиб мешаванд аз фанни химияи органики дарс мегуфт. Мақолаҳои илмии устод беш аз 250 ададро таъкил дода зеро роҳбарии ӯ зиёда аз 25-нафар кормандони соҳаи илми кимиёи муосир созовори унвони илми гардиданд.

Калидвожаҳо: академик, омузгор, кимиёи узвӣ, аспирант, институт, профессор, дарс, ғизои маънавӣ, озмоиш.

****Факел, освещающий путь современной химии****

Холиков С.С., к.х.н., доцент кафедры химии и методики преподавания химии, Кулябский государственный университет имени Абуабдулло Рудаки.

****Аннотация:**** В данной статье собраны достоверные научные сведения о научно-педагогической деятельности Э.У. Нуъмонова. Педагогическая деятельность академика Эшонкула Усмоновича Нуъмонова началась в тяжёлые годы 1939 года. Министерство образования в те годы приняло его на работу в качестве учителя средней школы. Стоит отметить, что дальнейшая педагогическая деятельность профессора продолжилась в качестве заведующего кафедрой органической химии Таджикского медицинского университета. В этом университете он преподавал органическую химию студентам, которые в будущем становились врачами. Научные статьи профессора составляют более 250 публикаций, а под его руководством более 25 человек в области современной химии получили ученые степени.

****Ключевые слова:**** академик, преподаватель, органическая химия, аспиранты, институт, профессор, лекции, духовная пища, эксперимент.

****The Torch Illuminating the Path of Modern Chemistry****

Kholikov S.S. Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Methods of Teaching Chemistry, Kulyab State University named after Abuabdulloh Rudaki.

****Abstract:**** This article compiles reliable scientific information about the academic and teaching activities of E.U. Numanov. The pedagogical career of Academician Eshonkul Usmonovich Numanov began in the challenging years of 1939. The Ministry of Education appointed him as a teacher in a secondary school during that period. It is noteworthy that his subsequent teaching career continued as the head of the Department of Organic Chemistry at the Tajik Medical University. At this university, he taught organic chemistry to students who would later become doctors. The professor's scientific articles number over 250, and under his guidance, more than 25 individuals in the field of modern chemistry earned academic degrees.

****Keywords:**** academician, teacher, organic chemistry, graduate students, institute, professor, lectures, spiritual nourishment, experimen



РАДИОНУКЛИДЫЙ МОНИТОРИНГ БИОСРЕДЫ ТАДЖИКИСТАНА

Ш. Муродзода, С.В. Муминов, И. Мирсаидзода, И.Ф. Рахимов

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности

Национальной академии наук Таджикистана,

г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы загрязнения воздушного бассейна и почв Таджикистана радионуклидами, обусловленные как природными, так и техногенными источниками. Изучены содержания радионуклидов в воздушном бассейне и почвах в некоторых районах Таджикистана.

Ключевые слова: радионуклиды, воздушный бассейн, радиационная безопасность, экологический мониторинг, радон, цезий-137, почва.

Радиоактивные вещества поступают в атмосферу и почву из нескольких источников. Они могут образовываться непосредственно в атмосфере под воздействием космических лучей, попадать туда с космической пылью или, наоборот, испускаться из почвы в результате распадов, попадать в атмосферу из-за деятельности человека.

Последние появляются во многом за счет ядерных взрывов. Радиоактивные изотопы поднимаются вместе с «грибом» взрыва в верхние слои атмосферы и, хотя они и постоянно выпадают на землю вместе с осадками, запасы этих веществ еще далеко не исчерпаны.

Известно, что основной вклад в дозу облучения населения создают природные источники ионизирующего излучения - гамма-излучение грунта, космические излучения и, главным образом, радиоактивный газ радон. Поэтому особую значимость приобретает контроль уровней облучения населения в помещениях, т. к. облучение человека радоном происходит, в основном, в помещениях.

Ряд работ [1-4] посвящен изучению концентрации радона и цезия-137 непосредственно в воздушном бассейне и почвах Таджикистана.

В настоящей работе изучено содержание радионуклидов в воздушном бассейне и содержание цезия-137 в почвах Таджикистана с определением концентрации радона в помещениях.

Для измерения концентрации радона на территории Таджикистана были установлены трековые детекторы (экспозиметры). Данные пластиковые детекторы можно было использовать для проведения измерений в течение 2-6 месяцев, которые позволяют измерять уровень (объемная активность) ОА радона от 15 до 25 000 Бк/м³.

Так, концентрация радона в помещениях первых этажей выше, чем на вторых этажах аналогичных помещений. Большая часть (процент) полученных статистических данных среднегодового значения эквивалентного равновесия объемной активности (ЭРОА) радона на первых этажах зданий районов Хатлонской области находится в пределах 70 Бк/м³, а на вторых этажах - 60 Бк/м³.

Сопоставление значений ЭРОА радона с данными геологической структуры почвы места расположения этих зданий, закономерностей ощутимого влияния отдельных пород выявлены только вблизи урановых хвостохранилищах на севере Таджикистана. Максимальные содержания радона отмечены в отдельных зданиях пос. Старый Табошар (в настоящее время г. Истиклол), их величины находятся в диапазоне от 527 до 826 Бк/м³. Данный факт объясняется тем, что для постройки фундаментов этих зданий использовались горные породы с высокими содержаниями естественных радионуклидов (ЕРН), также значимым фактором, влияющим на такие высокие содержания радона, является отсутствие в отдельных зданиях вентиляции.

Исследование показало, что ЭРОА радона в одних и тех же зданиях различается в зависимости от периода года и этажа, на котором проводилось измерение. ЭРОА радона в теплый период гораздо ниже, чем в отопительный период, что обусловлено частотой проветривания помещений в теплый период года. Также ЭРОА радона в помещениях на втором этаже ниже, чем в помещениях на первом этаже, независимо от периода года.

Анализ полученных результатов выявил, что среднегодовые эффективные дозы облучения людей, находящихся в исследуемых помещениях, находятся в диапазоне от 0.64 до 1.64 мЗв, данная доза является суммой излучений радона и излучений дочерних продуктов его распада. Выявлена зависимость, характеризующая изменение концентрации радона от этажа помещений, на котором проводились измерения. Так, концентрация радона в помещениях первых этажей выше, чем на вторых этажах аналогичных помещений.

В настоящей работе также изучено содержание радионуклидов в почвах Таджикистана с различными климатическими условиями.

Пробы отбирались в зависимости от рельефа и механических свойств почв в 2018-2020 гг. в центральной, южной, юго-восточной частях и в 2021-2022 гг. - в северной части Таджикистана. Территории регионов, выбранных для отбора проб, включают в себя самые разнообразные ландшафты: альпийские луга, высокогорные и равнинные пустыни, глубокие и узкие ущелья рек, сжатые скалистыми хребтами.

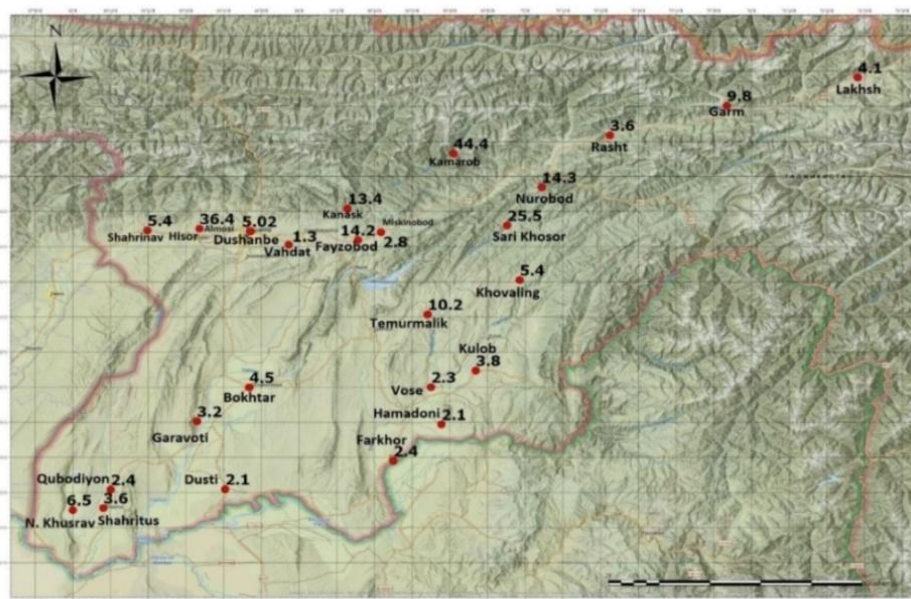


Рисунок 1 – Карта усреднённых значений содержания цезия-137 в почвах центральной и южной частей Таджикистана (в Бк/кг).

На основании сравнений результатов измерений выявлены основные закономерности и характер пространственного распределения цезия-137 в почвенном покрове Таджикистана. Результаты по средней УА цезия-137 в почвах северных, центральных, южных и юго-восточных районов Таджикистана приведены на рисунке 2.

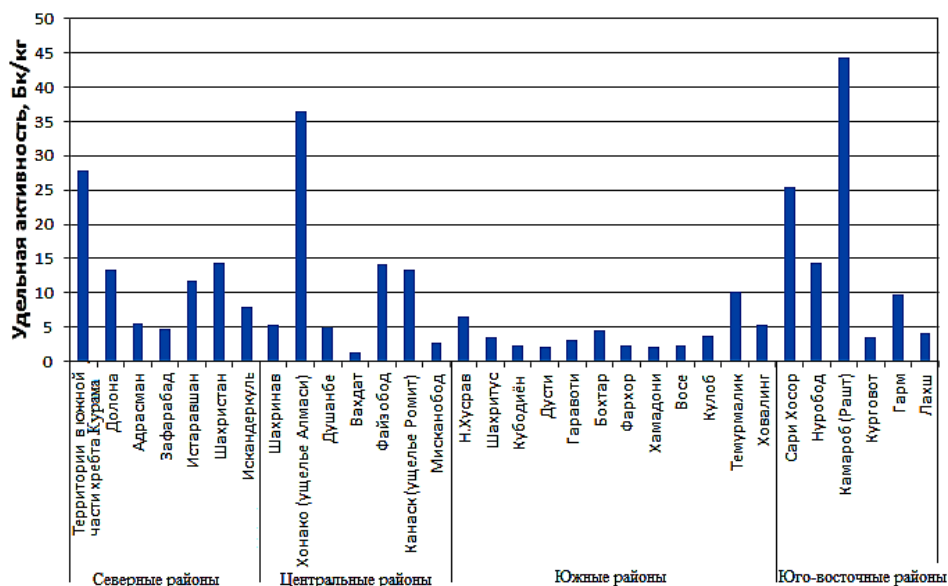


Рисунок 2 – Гистограмма распределения цезия-137 в почвенном покрове различных территорий Таджикистана.

Из гистограммы рисунка 2 видно, что распределение цезия-137 в районах Таджикистана разное. Максимальная средняя УА цезия-137 наблюдается в почвах гористой местности районов Раштской зоны и территории Сари Хосора (юго-восточная часть Таджикистана), Хонако в зоне ущелья Алмасы (центральный Таджикистан), а также на территории южной части Кураминского хребта (северный Таджикистан). В результате атмосферных осадков и песчаной мглы, так называемого «Афганца», идущих со стороны юга и юго-востока, цезий-137 оседает на вершинах гор, и за счёт водной, ветровой эрозии и селевых потоков накапливается у их подножия, о чём свидетельствуют высокие показатели УА в пробах, отобранных у подножия гор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобоев, Б. Д. Концентрация радона в воздухе некоторых жилых и рабочих помещений г. Чкаловска и Кайраккума / Б. Д. Бобоев, Н. Хакимов, К. А. Эрматов, Х. М. Назаров // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2013. - Т. 56. - № 8. - С. 639-642.
2. Оценка радоноопасности территории Б. Гафуровского района Республики Таджикистан / К. А. Эрматов, Х. М. Назаров, С. В. Муминов [и др.] // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 9. - С. 452-455.
3. Муминов, С. В. Изучение содержания природных радионуклидов в почвах некоторых районов Таджикистана / С. В. Муминов // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. - Т. 61. - № 3. – С. 293-295.
4. Накопление изотопа цезия-137 в почве за счёт атмосферных выпадений на юго-западе Таджикистана / С. В. Муминов, И. У. Мирсаидов, Б. Б. Баротов [и др.] // II Международный научный форум «Ядерная наука и технологии». – Алматы, 2019. – С. 177-178.

МОНИТОРИНГИ РАДИОНУКЛИДИИ БИОМУХИТИ ТОҶИКИСТОН

Ш. Муродзода, С.В. Муминов, И. Мирсаидзода, И.Ф. Раҳимов

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

Тафсир: Дар мақола мушкилоти ифлосшавии ҳавзи Ҳавой ва хоки Тоҷикистон бо радионуклидҳо, ки ҳам аз манбаъҳои табиӣ ва ҳам аз манбаъҳои техногенӣ вобастаанд, баррасӣ карда мешавад. Мазмун радионуклидҳо дар ҳавзи ҳавой ва хок дар баъзе ноҳияҳои Тоҷикистон омӯхта шудааст.

Калидвожаҳо: радионуклидҳо, ҳавзи ҳавой, бехатарии радиатсионӣ, мониторинги экологӣ, радон, цезий-137, хок.

RADIONUCLIDE MONITORING OF TAJIKISTAN'S BIOLOGICAL ENVIRONMENT

Sh. Murodzoda, S.V. Muminov, I. Mirsaidzoda, I.F. Rakhimov

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

Abstract: The article discusses the problems of contamination of the air basin and soils of Tajikistan with radionuclides caused by both natural and man-made sources. The contents of radionuclides in the air basin and soils in some regions of Tajikistan have been studied.

Key words: radionuclides, air basin, radiation safety, environmental monitoring, radon, caesium-137, soil.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕЧЕБНИЦЫ «ХАВАТАГ» В Г. ИСТАРАВШАН СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Х.И. Тиллозода, С.С. Рахматшоев, У.М. Мирсаидов

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

Аннотация: В статье приводятся результаты мониторинга радиационной ситуации на территории лечебницы «Хаватаг» в городе Истаравшане.

Ключевые слова: лечебница, Хаватаг, лечебно-оздоровительный центр, мониторинг, экологическая ситуация, отдых.

В настоящей работе изучена радиоэкологическая ситуация лечебницы «Хаватаг» г. Истаравшана.

В ходе мониторинга в целях измерения мощности AMBIENTной эквивалентной дозы (МАЭД) был использован комплекс обнаружения радиации PackEye (FHT 1377, производства Thermo Fisher Scientific (США) и дозиметр рентгеновского и гамма-излучений ДКС-АТ1121, производства Атомтех (Республика Беларусь).

Для анализа удельной активности (УА) естественных радионуклидов (ЕРН) в почве на исследуемой территории были отобраны пробы согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017 [1] от поверхности земли до глубины 25 см.

Далее в целях определения объемной и удельной активности гамма-излучающих ЕРН, на основании требований раздела 9.3 «Методики выполнения измерений объемной и удельной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{40}K » был использован гамма-бета-спектрометр МКС-АТ1315 [2].

Измерения мощности дозы гамма-излучения на территории лечебницы «Хаватаг» в городе Истаравшане показали, что их значения составляют от 0,08 до 0,31 мкЗв/час. Эти значения находятся в пределах фонового значения местности.

Гамма-спектрометрический анализ почв, отобранных на территории лечебницы «Хаватаг» в городе Истаравшане, показали, что они содержат в основном природные радионуклиды (радий-226, торий-232 и калий 40) в допустимых количествах (таблица 1).

Таблица 1 - Среднее содержание радионуклидов в пробах почв, отобранных на территории лечебницы «Хаватаг»

№ проб	Координаты отбора проб	ЕРН	Актив-ность, Бк/кг	Стат. погр., %	Абс. погр., Бк/кг	$A_{\text{эфф.}}$, Бк/кг	$A_{\text{эфф.м.}}$, Бк/кг
--------	------------------------	-----	--------------------	----------------	-------------------	---------------------------	-----------------------------

1	68.86051 в.д. 40.04801 с.ш.	²²⁶ Ra	29,0	5,5	3,37	118±7,96	155
		²³² Th	31,4	4,4	3,49		
		⁴⁰ K	534	5,7	62,6		
2	68.86065 в.д. 40.04820 с.ш.	²²⁶ Ra	30,7	6,0	3,64	126±8,68	165
		²³² Th	35,1	4,6	3,93		
		⁴⁰ K	551	6,6	66,9		
3	68.86107 в.д. 40.04829 с.ш.	²²⁶ Ra	27,3	6,2	3,26	114±7,91	149
		²³² Th	31,3	4,8	3,52		
		⁴⁰ K	511	6,6	62,2		
4	68.86144 в.д. 40.04833 с.ш.	²²⁶ Ra	23,8	6,9	2,92	100±7,10	131
		²³² Th	28,5	5,0	3,25		
		⁴⁰ K	437	7,3	54,7		
5	68.86104 в.д. 40.04808 с.ш.	²²⁶ Ra	21,3	6,7	2,60	90,8±6,34	118
		²³² Th	26,4	4,7	2,97		
		⁴⁰ K	390	6,9	48,0		

Также исследованы физические параметры вод, отобранных на территории лечебницы «Хаватаг» в городе Истаравшане, и результаты обобщены в таблице 2.

Таблица 2 - Физические параметры вод, отобранных на территории лечебницы «Хаватаг»

№ проб	Координаты отбора проб	pH	ОВП, мВ	ЕС, мкСм/см	TDS, мг/л	O ₂ , мг/л
Вода минеральная	68.86085 в.д. 40.04768 с.ш.	7,08	-7	3230	1292	39,7
Вода питьевая	68.86072 в.д. 40.04806 с.ш.	6,85	7	975,5	390,2	4,66

Общее количество растворенных твердых частиц находится в пределах от 390,2 мг/л (питьевые воды) до 1292 мг/л (минеральные воды). Среднее значение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) питьевых вод составляет 7 мВ, а у минеральные вод (-7) мВ. Величина электропроводности (ЕС) исследуемых вод равна 975,5 мкСм/см (в питьевых водах) и 3230 мкСм/см (в минеральных водах). Все физические параметры проб воды соответствуют установленным нормам ПДК [3].

Таким образом, по результатам измерений естественного радиационного фона на территории лечебницы «Хаватаг» в городе Истаравшане аномальных точек не выявлено. Содержание естественных радионуклидов в почвах территорий, прилегающих к объекту, соответствует природному фону для данной местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2018. – 9 с.
2. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и ⁴⁰K на гамма-бета-спектрометры типа МКС–АТ1315, объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁴⁰K на гамма-спектрометре типа EL 1309 (МКГ-1309) в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. – Минск: Атомтех, 2011. - 32 с.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-06): Санитарные нормы и правила СанПин 2.6.1.001-06. Утверждены приказом директора АЯРБ АН РТ от 25.12.2006 г. №12. Зарегистрировано в Министерстве юстиции РТ 16.01.2007 г, регистрационный №237.

ХОЛАТИ РАДИОЭКОЛОГИИ БЕМОРХОНАИ "ХАВАТАГ" ДАР ШАҲРИ ИСТАРАВШАНИ ВИЛОЯТИ СУҒД

**Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Х.И. Тиллозода, С.С. Раҳматшоев,
У.М. Мирсаидов**

Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,

Тафсири: Дар мақола натиҷаҳои мониторинги вазъи радиатсионӣ дар ҳудуди беморхонаи Хаватаг Дар Шаҳри Истаравшан оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: беморхона, Хаватаг, маркази табобатӣ ва солимгардонӣ, мониторинг, вазъи экологӣ, истироҳат.

RADIOECOLOGICAL CONDITION OF THE KHAVATAG HOSPITAL IN ISTARAVSHAN, SUGHD REGION

Kh.M. Nazarov, B.D. Boboev, H.I. Tillozoda, S.S. Rakhmatshoev, U.M. Mirsaidov
Chemical, Biological, Radialogical and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan, info@cbrn.tj

Abstract: The article presents the results of monitoring the radiation situation on the territory of the Khavatag hospital in the city of Istaravshan.

Key words: hospital, Havatag, medical and wellness center, monitoring, environmental situation, recreation.



РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ДВОРЦА «АРБОБ» СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Х.М. Назаров, Ф.Д. Джаборов, С.С. Рахматшоев, У.М. Мирсаидов

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

Аннотация: В статье приводятся результаты мониторинга радиационной ситуации во дворце «Арбоб» Согдийской области Республики Таджикистан.

Ключевые слова: объект, дворец «Арбоб», мониторинг, радиационная ситуация, туризм.

В настоящей работе изучена радиоэкологическая ситуация территории дворца «Арбоб» Согдийской области Таджикистана.

В ходе мониторинга в целях измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) были использованы комплекс обнаружения радиации PackEye (FHT 1377, производства Thermo Fisher Scientific (США) и дозиметр рентгеновского и гамма-излучений ДКС-АТ1121, производства Атомтех (Республика Беларусь) [1].

Для анализа удельной активности (УА) естественных радионуклидов (ЕРН) в почве на исследуемой территории были отобраны пробы согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017 [2] от поверхности земли до глубины 25 см.

Далее в целях определения объемной и удельной активности гамма-излучающих ЕРН, на основании требований раздела 9.3 «Методики выполнения измерений объемной и удельной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{40}K », был использован гамма-бета-спектрометр МКС-АТ1315.

Анализ результатов мониторинга радиационной ситуации на территории дворца «Арбоб» показывает, что резкого увеличения значений МАЭД не наблюдается. Значения МАЭД в измеренных точках находятся в интервале от 0,09 мкЗв/час (минимальное) до 0,28 мкЗв/час (максимальное). Среднее значение МАЭД по результатам 425 измерений составляет 0,14 мкЗв/час. Естественный радиационный фон для исследуемой территории составляет 0,15-0,17 мкЗв/час. Относительно низкие значения МАЭД – от 0,09 до 0,14 мкЗв/час наблюдаются на участках земли вокруг дворца «Арбоб», что связано больше с естественной радиацией, в тех местах, где почва участков не покрыта строительными материалами.

Участки, где значения МАЭД – больше 0,18 мкЗв/час, в основном обуславливаются естественной радиоактивностью от использованных строительных материалов, таких как

мрамор, гранит и плитки из естественных камней, кафель и т.д. Указанные значения МАЭД находятся в интервале естественной радиации для данной местности и соответствуют Нормам радиационной безопасности Республики Таджикистан (НРБ-06) СП 2.6.1.001-06.

С другой стороны, эти материалы содержат определенные количества ЕРН. Анализ удельной активности ЕРН в почве на исследуемой территории показывает, что почва не представляет опасность для здоровья людей и окружающей среды.

Содержание ЕРН в почвах территорий, прилегающих к объекту, соответствует природному фону для данной местности.

Одним из путей миграции радионуклидов является вода (таблица 1).

Таблица 1 - Химический состав проб воды, отобранных из скв. №51 на территории дворца «Арбоб»

Наименование анализа	Значения исследуемой воды, мг/л	ПДК, мг/л
Общая жесткость, мг-экв/л	6,4	7,08
Гидрокарбонат (HCO_3^-)	73	400
Биокарбонат (CO_3^{2-})	6,5	50
Хлор (Cl^-)	223	350
Сульфат (SO_4^{2-})	170	500
Нитрат (NO_3^-)	6	45
Нитрит (NO_2^-)	0,1	0,003
pH	7,2	6,5-8,5
Окисляемость, мг/л	0,88	<15
Сухой остаток	657	1000
Натрий (Na^+) + калий (K^+)	111	120+180
Аммоний (NH_4^+)	2,2	0,004
Кальций (Ca^{2+})	56	130
Магний (Mg^{2+})	44	65
Свинец (Pb^{2+})	0,007	0,03
Цинк (Zn^{2+})	0,03	5,0
Молибден (Mo^{2+})	0,006	0,25
Марганец (Mn^{2+})	0,069	0,1
Уран (U^{2+})	0,0001	1,7

Анализ данных таблицы 1 показал, что все ионы тяжелых металлов находятся ниже пределов ПДК. Таким образом, при проведении измерений естественного радиационного фона на указанном историческом и туристическом объекте аномальных точек не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Многофункциональные носимые спектрометры гамма-излучения МКС-АТ6102. Руководство по эксплуатации.
2. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2018. - 9 с

ВАЗЫИ РАДИОЭКОЛОГИИ ҚАСРИ "АРБОБ" - И ВИЛОЯТИ СУҒД

Ҳ.М. Назаров, Ф.Д. Ҷаборов, С.С. Раҳматшоев, У.М. Мирсаидов

Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,

ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj

Тафсир: Дар мақола натиҷаҳои мониторинги вазъи радиатсионӣ дар қасри "Арбоб" - и Вилояти Суғди Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: иншоот, Қасри Арбоб, мониторинг, вазъи радиатсионӣ, сайёҳӣ.

RADIOECOLOGICAL SITUATION ON THE TERRITORY OF THE ARBOB PALACE IN SUGHD REGION

Kh.M. Nazarov, F.D. Jaborov, S.S. Rakhmatshoev, U.M. Mirsaidov

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

Abstract: The article presents the results of monitoring the radiation situation in the Arbob Palace in the Sughd region of the Republic of Tajikistan.

Key words: facility, Arbob Palace, monitoring, radiation situation, tourism.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В НЕКОТОРЫХ ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Х.И. Тиллозода, Ф.З. Шафиев

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

Аннотация: В статье приводятся результаты мониторинга радиационной ситуации в зоне лечебницы «Аксикон» Аштского района Согдийской области и зоне санатория «Зумрад» г. Исфара Согдийской области Таджикистана.

Ключевые слова: грязелечебница, Аксикон, Зумрад, мониторинг, экологическая ситуация, радиационная безопасность.

В настоящей работе изучена экологическая ситуации территории лечебницы «Аксикон» и санатория «Зумрад» Согдийской области.

В ходе мониторинга в целях измерения мощности амбиентной эквивалентной дозы (МАЭД) был использован комплекс обнаружения радиации PackEye (FHT 1377, производства Thermo Fisher Scientific (США) и дозиметр рентгеновского и гамма-излучений ДКС-АТ1121, производства Атомтех (Республика Беларусь).

Для анализа удельной активности (УА) естественных радионуклидов (ЕРН) в почве на исследуемой территории были отобраны пробы согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017 от поверхности земли до глубины 25 см.

Далее в целях определения объемной и удельной активности гамма-излучающих ЕРН, на основании требований раздела 9.3 «Методики выполнения измерений объемной и удельной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{40}K » был использован гамма-бета-спектрометр МКС-АТ1315 [1].

Проведено 527 измерений мощности дозы гамма-излучения в зоне «Аксикон» в Аштском районе Согдийской области, по результатам которых показано, что на территории грязелечебницы «Аксикон» их значения составляют от 0,07 до 0,25 мкЗв/час (среднее 0,15 мкЗв/час). Эти значения находятся в пределах фоновое значения данной местности.

Гамма-спектрометрический анализ почв, отобранных на территории грязелечебницы «Аксикон» Аштского района Согдийской области, показали, что они содержат в основном природные радионуклиды (радий-226, торий-232 и калий-40) в допустимых количествах.

Также исследованы физические параметры вод, отобранных в зоне лечебницы «Аксикон», и результаты обобщены в таблице 1.

Таблица 1 - Физические параметры вод, отобранных в зоне лечебницы «Аксикон»

№ проб	Координаты отбора проб	pH	ОВП, мВ	ЕС, мкСм/см	TDS, мг/л	O ₂ , мг/л
Вода питьевая	70.39535 в.д. 40.51946 с.ш.	7,67	-43	430,4	172,1	5,48
Соленая вода	70.39197 в.д.	7,74	-48	138,0	55,19	0,58

	40.51080 с.ш.					
Вода питьевая и поливная	70.387542 в.д. 40.517908 с.ш.	6,8	13	7,46	2,99	8,33

По результатам измерений естественного радиационного фона на территории грязелечебницы «Аксикон» Аштского района Согдийской области, аномальных точек не выявлено. Содержание естественных радионуклидов в почвах территорий, прилегающих к объекту, соответствует природному фону для данной местности.

Измерения мощности дозы гамма-излучения на территории санатория «Зумрад» в г. Исфаре показали, что их значения находятся в пределах фонового значения местности и составляют 0,10-0,30 мкЗв/час.

Гамма-спектрометрический анализ почв, отобранных на территории санатория «Зумрад» в г. Исфаре, показали, что они содержат в основном природные радионуклиды (радий-226, торий-232 и калий-40) в допустимых количествах.

Также исследованы физические параметры вод, отобранных на территории санатория «Зумрад», и результаты обобщены в таблице 2.

Таблица 2 - Физические параметры вод, отобранных на территории санатория «Зумрад»

№ проб	Наименование проб	Координаты отбора проб	рН	ОВП, мВ	ЕС, мкСм/см	TDS, мг/л	O ₂ , мг/л
1	Вода питьевая	70.62606 в.д. 40.09149 с.ш.	6,96	0	560,3	224,1	6,91
2	Вода питьевая	70.62606 в.д. 40.09146 с.ш.	7,24	-18	773,5	309,4	5,28
3	Вода поливная	70.62390 в.д. 40.09215 с.ш.	7,83	-53	1148	459,1	7,86

Анализ физических параметров отобранных проб вод показал, что растворённый кислород в них составляет от 5,28 мг/л (проба №2) до 7,86 мг/л (проба №3). Общее количество растворенных твердых частиц находится в пределах от 224,1 мг/л (проба №1) до 459,1 мг/л (проба №3). Среднее значение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) в пробах составляет (-35) мВ. Величины электропроводности (ЕС) исследуемых вод находятся в пределах от 560,3 мкСм/см (проба №1) до 11489 мкСм/см (проба №3). Все физические параметры проб воды соответствуют установленным нормам ПДК.

По результатам измерений естественного радиационного фона на территории санатория «Зумрад» в городе Исфара аномальных точек не выявлено. Значения находятся в пределах 0,10-0,30 мкЗв/час.

Содержание естественных радионуклидов в почвах территорий, прилегающих к объекту, соответствует природному фону для данной местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и ⁴⁰K на гамма-бета-спектрометры типа МКС-АТ1315, объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁴⁰K на гамма-спектрометре типа EL 1309 (МКГ-1309) в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. – Минск: Атомтех, 2011. - 32 с.

ВАЗЪИ РАДИОЭКОЛОГӢ ДАР БАӢЗЕ МУАССИСАӢОИ ТАБОБАТИИ ТОЧИКИСТОН

Ҳ.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Х.И. Тиллозода, Ф.З. Шафиев

Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,

ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, info@cbrn.tj

Тафсири: Дар мақола натиҷаҳои мониторинги вазъи радиатсионӣ дар Минтақаи Беморхонаи "Аксикон" - и ноҳияи Ашти Вилояти Суғд ва минтақаи шиғохонаи "Зумрад" - Ии шаҳри Исфараи вилояти Суғди Тоҷикистон оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: ши foxонаи гил, Аксикон, Зумрад, мониторинг, вазъи экологӣ, амнияти радиатсионӣ.

RADIOECOLOGICAL SITUATION IN SOME MEDICAL INSTITUTIONS IN TAJIKISTAN

Kh.M. Nazarov, B.D. Boboev, H.I. Tillozoda, F.Z. Shafiev

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

Abstract: *The article presents the results of monitoring the radiation situation in the area of the hospital "Axicon" in the Asht district of Sughd region and the area of the sanatorium "Zumrad" in Isfara, Sughd region of Tajikistan.*

Key words: *mud clinic, Axicon, Zumrad, monitoring, environmental situation, radiation safety.*

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ХИМИИ ЭНЕРГОЕМКИХ ВЕЩЕСТВ В ТАДЖИКИСТАНЕ

У.М. Мирсандов, А. Бадалов

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, ulmas2005@mail.ru

Аннотация: *В работе приведён краткий обзор о становлении и развитии научного направления по энергоёмким веществам в Таджикистане.*

Ключевые слова: *энергоёмкие вещества, гидриды, редкоземельные металлы, термодинамика, фазовые равновесия.*

В Институте химии им. В.И. Никитина, начиная с 1970 г., выполнены фундаментальные исследования в области энергоёмких веществ, открыты основные закономерности, определены характеристики взаимодействия водорода с легкими металлами.

Впервые проведено систематическое исследование фазовых равновесий в тройных системах «борогидрид непереходного металла – борогидрид переходного элемента – растворитель». На основе этих исследований создан метод синтеза индивидуальных борогидридов редкоземельных металлов (РЗМ), который основан на использовании наиболее доступного и дешевого борогидрида натрия и является достаточно общим. По разработанному методу впервые получен весь ряд борогидридов РЗМ, их комплексов с борогидридами щелочных металлов и тетраалкиламмония. Достоверность полученных результатов подтверждена детальным исследованием физико-химических свойств выделенных соединений.

Физико-химический анализ ряда систем на основе гидридных соединений алюминия позволил доказать существование сложных двойных гидридных комплексов, осуществить простой способ синтеза ранее неизвестных, или известных, но не выделенных в индивидуальном состоянии гепта-, гекса- и тетрагидроалюминатов щелочных и щелочноземельных металлов с использованием бинарных гидридов - наиболее дешевых и легко доступных источников гидридного водорода [1-3].

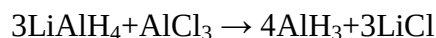
На основании систематического исследования взаимодействия бинарных гидридов и алюмогидридов металлов с электрофильными реагентами различной акцепторной силы (хлорсодержащие реагенты, арил (алкил) галогениды, боро- и алюмогидрид лития и т.д.) предложены эффективные способы синтеза гидроксида алюминия – компонента твердого ракетного топлива [4].

Алюмогидриды металлов ($MAIH_4$) – активные доноры водорода, весьма реакционноспособны и являются эффективными водородоносителями. Алюмогидриды щелочных металлов используются как источники водорода, активные восстановители и катализаторы в процессах полимеризации, превращения функциональных групп органических соединений.

Будучи носителями AlH_4 -группы, алюмогидриды металлов применяются для получения AlH_3 , комплексных соединений, содержащих полигидридалюминаты. Алюмогидриды щелочных металлов стали основными реагентами химии и анализа, и получение алюмогидридов лития и натрия было освоено в промышленных масштабах.

Многообразие валентных возможностей металлов и водорода, а также наблюдаемое разнообразие типов химической связи AlH_4^- обуславливает и значительный теоретический интерес к комплексным гидридным соединениям алюминия.

В начале 70-х годов XX века особое значение приобрел несольватированный гидрид алюминия. Центральной задачей в производстве AlH_3 было совершенствование способа получения и главное - повышение качества вещества, его термостабильность. Цель новой задачи состояла в исследовании возможности синтеза AlH_3 повышенной стабильности по реакции:



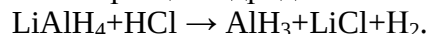
в присутствии сложных гидридных соединений магния.

Нами были синтезированы сложные комплексы магния состава $2Li_2Mg(AlH_4)$ (I); $Mg(AlH_4)_2 \cdot LiAlH_4$ (II); $Mg(AlH_4)_2 \cdot 2LiBH_4$ (III), и в процесс синтеза гидрида алюминия было добавлено различное количество этих комплексов.

Добавление растворов магниевых комплексов II и III в процессе синтеза AlH_3 дали хорошие результаты. Полученные кристаллы представляли собой в основном гранулы правильной формы.

Особенность AlH_3 заключается в том, что другие гидридные соединения взрываются или окисляются в атмосфере воздуха. Для их синтеза необходима инертная атмосфера (аргон). AlH_3 можно обработать кислотой, он устойчив в воздухе.

Наша работа была востребована в области химии гидридов алюминия. Были опубликованы первые работы по растворимости в тройных системах, растворимость HCl в бензоле, толуоле, эфире. Были получены образцы гидрида алюминия через HCl по реакции:



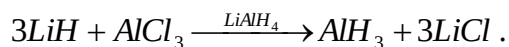
Был предложен хлорбензильный способ синтеза AlH_3 по реакции:



Способ оказался простым и эффективным. В лаборатории были получены хорошие образцы AlH_3 [5].

Мы смогли провести заводские испытания этого метода.

В конце 80-х годов 20 века мы предложили метод прямой кристаллизации AlH_3 по реакции:



Р.Ф. Гатина и Л.Башилова (которая начала работать с 1983 года) провели испытания метода прямой кристаллизации на ПО «Навоизот». Были подготовлены все документы для внедрения метода, даны расчеты предварительного ожидаемого экономического эффекта в размере 6 миллионов рублей (данные 1990 года). Однако после распада СССР работы по внедрению одностадийного метода потеряли свою актуальность.

Борогидриды также 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 проводников и пленочных покрытий. Значительная энергоемкость обуславливает возможность применения борогидридов легких металлов в качестве компонентов твердого ракетного топлива. Будучи носителями BH_4 -группы, борогидриды применяются для получения бороводородов, каборанов, соединений содержащих полигидридоборатные и полиэдрические гидридные анионы, а также для легирования бором металлических поверхностей. Борогидриды щелочных металлов стали основными реагентами в химии и анализе, и в настоящее время получение борогидрида лития и натрия освоено в производственных масштабах.

Химия переходных металлов, особенно борогидридов РЗМ, сравнительно с непереходными, значительно богаче и шире. Это обусловлено двойственной функцией и различной геометрией связей ВН_4 -группы с атомом-комплексобразователем. ВН_4 -группа может быть концевой и мостиковой – $\text{Н}_2\text{ВН}_2$, с моно-, би- и тридентатным способом связи, а также близкой по строению и свойствам к аналогичной группе в молекуле диборана.

Общепринятые методы синтеза борогидридов щелочных металлов во многих случаях непригодны для синтезов борогидридов переходных металлов или не позволяют получить их в достаточно чистом состоянии. Обычно большие затруднения встречаются при извлечении этих соединений их реакционной массы и очистке.

Нами была поставлена задача синтеза борогидридов РЗМ, а также суммирования и обобщения наиболее значительных достижений по способам получения и идентификации борогидридов металлов с привлечением современных физико-химических методов анализа и выявлением закономерностей изменения свойств этих соединений по d- и f-рядам [1].

На основе известных значений энтальпии образования и энергии кристаллической решётки борогидридов лантаноидов составлен термохимический цикл Борна-Габера. Впервые рассчитаны аналогичные характеристики алюмогидридов лантаноидов. Расчёт произведён по уравнению Капустинского и полуэмпирическим методом Н.С. Полуэктова. Установлена закономерность изменения термодинамических свойств алюмогидридов лантаноидов от порядкового номера металла с проявлением тетрад-эффекта. Составлены математические модели этих закономерностей для гидридных соединений элементов IA, IIA и лантаноидных групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалов, А. Физико-химические свойства простых и комплексных гидридов элементов IA, IIA и РЗМ / А. Бадалов, М. Икрамов, У. Мирсаидов. Душанбе: Дониш, 1994. 195 с.
2. Бадалов, А. Термодинамика комплексных алюмогидридов некоторых щелочных и щёлочноземельных металлов: дис. ... канд. хим. наук / А. Бадалов. Минск, 1983. 180 с.
3. Мирсаидов, У. М. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики борогидридов металлов / У. М. Мирсаидов, Б. А. Гафуров, А. Бадалов. Душанбе: Дониш, 2014. 107 с.
4. Мирсаидов, У. М. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики простых и комплексных гидридов редкоземельных металлов / У. М. Мирсаидов, Б. А. Гафуров, А. Бадалов. Душанбе: Дониш, 2014. 84 с.
5. Моделированный механохимический синтез гидридных соединений бора и алюминия и их термодинамические характеристики / У. М. Мирсаидов, О. А. Азизов, Д. Т. Исозода, А. Бадалов. – Душанбе: Дониш, 2021. – 96 с.

РУШДИ ТАДҚИҚОТ ДАР СОҲАИ ХИМИЯИ МОДДАҲОИ ЭНЕРГИЯТАЛАБ ДАР ТОҶИКИСТОН

У.М. Мирсаидов, А. Бадалов

*Институту химияи ба номи В.И. Никитин АМИТ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе,
ulmas2005@mail.ru*

Тафсир: Дар қор шарҳи мухтасар дар бораи ташаққул ва рушди самти илмӣ оид ба моддаҳои энергияталаб дар Тоҷикистон оварда шудааст.

Калидвожаҳо: моддаҳои энергияталаб, гидридҳо, металлҳои нодир, термодинамика, мувозинати фазаӣ.

DEVELOPMENT OF RESEARCH IN THE FIELD OF CHEMISTRY OF ENERGY-INTENSIVE SUBSTANCES IN TAJIKISTAN

U.M. Mirsaidov, A. Badalov

Abstract: The paper provides a brief overview of the formation and development of the scientific field on energy-intensive substances in Tajikistan.

Key words: energy-intensive substances, hydrides, rare earth metals, thermodynamics, phase equilibria.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ МЕТОДОМ СУЛЬФАТИЗАЦИИ

К.И. Изатуллозода¹, М.М. Тагоев¹, А.С. Курбонов², У.М. Мирсаидов²

¹Институт химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана

²Агентство по химической, биологической радиационной и ядерной безопасности НАН
Таджикистана, г. Душанбе. E-mail: 909117111@mail.ru

Аннотация. Проведен термодинамический анализ разложения железосодержащей руды Харангонского месторождения Таджикистана методом сульфатизации с концентрированной серной кислотой. Рассчитаны изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса для основных минералов руды. Показано, что большинство реакций термодинамически допустимы и протекают самопроизвольно

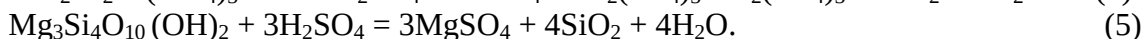
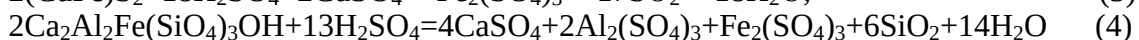
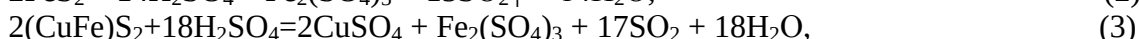
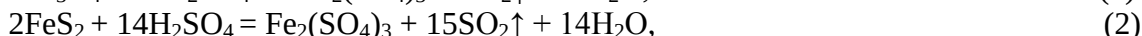
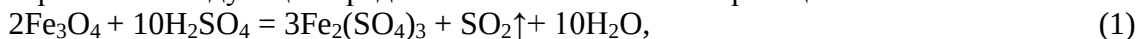
Ключевые слова: термодинамические характеристики, разложение, серная кислота, энергия Гиббса, энтропия, энтальпия, сульфатизация.

Одним из перспективных методов переработки железосодержащего сырья является его разложение минеральными кислотами, в частности серной кислотой с образованием сульфатных форм целевых компонентов. [1-4]. Однако успешная реализация таких процессов возможна только при наличии термодинамической обоснованности реакций между минералами руды и кислотой.

Целью настоящей работы является термодинамическая оценка реакций при разложении магнетитовой руды Харангонского месторождения концентрированной серной кислотой.

Железная руда Харангонского месторождения содержит широкий спектр минералов: магнетит, пирит, халькопирит, эпидот, тальк и др. Для практических расчётов использованы стандартные табличные значения теплот образования и энтропии. Проведён расчёт изменений термодинамических функций (ΔH° , ΔS° , ΔG°) [5] для ряда предполагаемых реакций взаимодействия минералов руды с концентрированной серной кислотой.

При взаимодействии железосодержащего сырья с концентрированной серной кислотой могут протекать следующие предполагаемые химические реакции:



На основе стандартных значений теплоты образования и энтропии участвующих в реакциях веществ, с использованием известных термодинамических уравнений были рассчитаны изменения энтальпии, энтропии, а также энергии Гиббса для рассматриваемых реакций в стандартных условиях. Результаты расчётов приведены в табл.1.

Таблица 1-Термодинамические характеристики рассматриваемых реакций при стандартных условиях

№ реакции	ΔH°_{298} , кДж/моль	ΔS°_{298} , Дж/моль·град	ΔG°_{298} , кДж/моль
--------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------

1	-1266.64	-2604.2	-490.5884
2	438.44	1835.68	-108.59264
3	327.78	1653.38	-164.92724
4	-1981.06	-4168.9	-738.7278
5	-542.89	-905.56	-273.03312

Реакции (1), (4) и (5), соответствующие взаимодействию серной кислоты с магнетитом, эпидотом и тальком, имеют отрицательные значения стандартной энтальпии и энергии Гиббса, что указывает на их самопроизвольность в стандартных условиях. В этих случаях термодинамическую выгодность определяет энтальпийный фактор, обеспечивающий протекание процессов при сравнительно низких температурах без дополнительного энергетического воздействия.

Напротив, реакции (2) и (3), характеризующие взаимодействие с пиритом и халькопиритом, протекают с положительными значениями ΔH° , отражающими их эндотермичность. Однако значительный рост энтропии при повышении температуры снижает энергию Гиббса и делает данные реакции возможными при $T > 298$ К. Таким образом, для сульфидных минералов определяющим фактором является энтропийный вклад.

Анализ температурной зависимости ΔG° показал, что повышение температуры благоприятствует реакциям сульфидных минералов, делая их всё более энергетически выгодными. В то же время реакции с магнетитом, эпидотом и тальком при росте температуры теряют термодинамическую устойчивость.

Большинство исследованных реакций между минералами магнетитовой руды и серной кислотой являются термодинамически допустимыми. Для реакций с магнетитом, эпидотом и тальком преобладающим фактором является энтальпийный вклад. Реакции с пиритом и халькопиритом становятся возможными при повышенных температурах за счёт энтропийного фактора. Сульфатизация магнетитовой руды является перспективным методом переработки железосодержащего сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Досаев С.М., Нематуллоев К.И., Курбонов А.С., Рахимов И.М., Мирсаидов У.М. Сульфатное разложение исходной магнетитовой руды месторождения Харангон Таджикистана. - Доклады НАНТ, 2024, т.67, №1-2, с.76-80.
2. Нематуллоев К.И., Ашурзода Н.А., Курбонов А.С., Рахимов И.М., Мирсаидов У.М. Сульфатное разложение магнетитовой руды месторождения Харангон Таджикистана. - Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2023, №3(192), с.85-90.
3. Курбонов А.С., Нематуллоев К.И., Досаев С.М., Ашурзода Н.А., Рахимов И.М., Тагоев М.М. Поиск и оценка возможности переработки железосодержащих руд месторождения Харангон. - Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2023, №4(193), с.90-94.
4. Нематуллоев К.И., Ашурзода Н.А., Курбонов А.С., Рахимов И.М., Мирсаидов У.М. Сульфатный способ разложения магнетитовой руды месторождения Харангон Таджикистана. - Доклады НАН Таджикистана, 2023, т.66, №7-8, с.439-444.
5. Карапетянц, Х.М. Химическая термодинамика. – 2-е изд. К.М. Карапетянц. – М.-Л., 1953.

БАҲОДИҲИИ ТЕРМОДИНАМИКИИ РАВАНДИТАҶЗИЯ ШУДАНИ МАЪДАНИ МАГНЕТИТӢ БО УСУЛИ СУЛЬФАТИЗАТСИЯ

Қ.И.Изатуллозода¹, М.М.Тагоев¹, А.С.Курбонов², У.М.Мирсаидов²

¹Институти химияи ба номи В.И.Никитини Академияи илмҳои Тоҷикистон

²Агентии бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Дкшанбе, E-mail: 909117111@mail.ru

Тафсир: Таҳлили термодинамикии таҷзияи маъдани оҳандори кони Харангони Тоҷикистон бо усули сульфатизатсия бо кислотаи концентрониди сульфат гузаронида шуд. Тағйироти энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс барои минералҳои асосии маъдан ҳисоб карда шуд. Нишон дода шуд, ки аксари реаксияҳо аз ҷиҳати термодинамикӣ имконпазир буда ва худ аз худ имконияти гузариш доранд.

Калимаҳои калидӣ: характеристикаҳои термодинамикӣ, таҷзия, кислотаи сульфат, энергияи Гиббс, энтропия, энталпия, сульфатизатсия.

THERMODYNAMIC ASSESSMENT OF THE PROCESS OF DECOMPOSITION OF MAGNETITE ORE BY THE METHOD OF SULFATIZATION

K.I. Izatullozoda¹, M.M. Tagoev¹, A.S. Kurbonov², U.M. Mirsaidov²

¹V. I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan,

²Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: 909117111@mail.ru

Abstract. A thermodynamic analysis of the decomposition of iron-containing ore from the Kharangon deposit in Tajikistan was carried out using the sulfatization method with concentrated sulfuric acid. Changes in enthalpy, entropy, and Gibbs energy for the main minerals of the ore were calculated. It was shown that most reactions are thermodynamically permissible and proceed spontaneously.

Key words: thermodynamic characteristics, decomposition, sulfuric acid, Gibbs energy, entropy, enthalpy, sulfation.

РАЗЛОЖЕНИЕ КАОЛИНОВОЙ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДЫ ТАДЖИКИСТАНА СМЕСЬЮ МИНЕРАЛЬНЫХ КИСЛОТ

С.К.Кодирзода, А.П.Тагаев, Х.Р.Рахмонов, И.М.Рахимов

Институт химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail: 208855858@mail.ru

Аннотация. Показано, что кислотное разложение алюмосиликатного сырья (каолиновых глин Зиддинского месторождения Таджикистана) после предварительного спекания с фторидом натрия (NaF) с применением смеси 15% HNO₃ и 20% HCl при 80 °С в течение 90 мин обеспечивает максимальное извлечение 97–98% Al₂O₃ и 93–95% Fe₂O₃.

Ключевые слова: кислотное разложение, алюмосиликатная руда, каолиновая глина, смесь кислот, извлечение, переработка.

В работе [1–5] изучены разложения алюмосиликатных руд кислотными методом и спеканием. Найдены оптимальные параметры разложения алюмосиликатных руд.

В настоящей работе исследована переработка каолиновых глин спеканием с фторидом натрия (NaF) и последующего кислотного разложения смесью HCl + HNO₃. Такой метод выбран из-за низкой растворимости минеральных компонентов в отдельных кислотах. Предварительное спекание при 700 °С значительно ускоряет разложение руды, повышая доступность ценных компонентов для кислотной экстракции.

Установлено, что повышение температуры процесса от 20 °С до 80 °С, а также увеличение времени выдержки от 30 до 90 мин существенно интенсифицируют разложение сырья, обеспечивая более полный переход ценных компонентов в раствор.

Для определения оптимального соотношения концентраций кислот (HCl и HNO₃) проведены эксперименты с их содержанием от 5% до 25%. По результатам исследований

установлено, что наилучшие условия для извлечения оксидов алюминия и железа обеспечиваются при концентрациях 20% HCl и 15% HNO₃, что представлено на рис. 1.

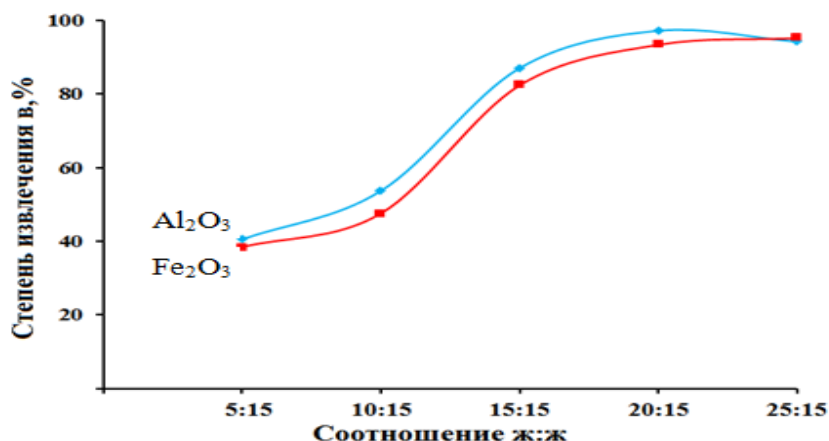


Рис.1. Степени извлечения оксидов Al₂O₃ и Fe₂O₃ из состава алюмосиликатной руды (спёк) в зависимости от соотношения концентрации кислоты (HCl+HNO₃).

Установлено, что максимальное извлечение оксидов алюминия (97.3%) и железа (93.5%) достигается при следующих параметрах: концентрация HNO₃ 15% и HCl 20%, соотношение жидкой фазы к твёрдой 4:1, температура 80°C и продолжительность обработки 90 минут.

На основании проведённых исследований определены оптимальные условия кислотного разложения алюмосиликатных руд с применением смешанного азотно-солянокислого реагента. Установлено, что наибольшая эффективность процесса достигается при использовании раствора, содержащего 15% HNO₃ и 20% HCl, при соотношении жидкой и твёрдой фаз 4:1. Оптимальными технологическими параметрами, обеспечивающими степень извлечения Al₂O₃ на уровне 97–98% и Fe₂O₃ — 93–95%, являются температура 80 ± 2 °C и продолжительность обработки 90 ± 5 мин.

Указанные условия обеспечивают существенные технологические преимущества: снижение расхода кислот на 25–30%, возможность эффективной переработки низкосортного сырья, а также сокращение продолжительности процесса на 35–40% по сравнению с традиционными методами. Важным фактором является высокая селективность разложения и минимальное образование труднофильтруемых осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирсаидов У.М., Сафиев Х. Комплексная переработка низкокачественного алюминийсодержащего сырья. – Душанбе: Дониш, 1999, 238 с.
2. Мирзоев Д.Х. Кислотное разложение зелёных глин спеканием с гидроксидом натрия. - Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук, 2021, №2-1(84), с.65-67.
3. Бобоев Х.Э., Сафиев Х., Рузиев Д.Р., Мирсаидов У.М. Термообработка и солянокислотное разложение каолинсодержащего сырья Зиддинского месторождения. – ДАН Республики Таджикистан, 1995, т.38, №3-4, с.41-45.
4. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами. – М.: Наука, 1982, 208 с.
5. Назаров Ш.Б., Сафиев С.Х., Мирсаидов У.М. Селективные методы разложения высококремнистых алюминиевых руд минеральными кислотами. -Душанбе: Дониш, 2008, 237 с.

ТАҶЗИЯИ ГИЛҲОҚҲОИ КАОЛИНИИ КОНИ ЗИДИИ ТОҶИКИСТОН БО ОМЕХТАИ КИСЛОТАҲОИ МИНЕРАЛӢ

С.Қ.Кодирзода, А.П.Тагаев, Х.Р.Раҳмонов, И.М.Раҳимов

Институти химияи ба номи В.И.Никитини Академияи илмҳои Тоҷикистон. Ш. Душанбе. E-mail: 208855858@mail.ru

Нишон дода шудааст, ки ҳангоми таҷзияи маъдани алюмосиликатӣ (гилхокҳои каолинии кони Зидии Тоҷикистон) баъд аз гудозиш бо фториди натрий бо истифода аз омехтаи кислотаҳои 15% HNO_3 ва 20% HCl дар ҳарорати 80°C дар давоми 90 дақиқа дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 и 93–95% Fe_2O_3 -ро таъмин мекунад.

Калимаҳои калидӣ: Таҷзияи кислотагӣ, маъдани алюмосиликатӣ, гилхокҳои каолинӣ, омехтаи кислотаҳо, ҷудошавӣ, коркард.

DECOMPOSITION OF KAOLIN CLAY FROM THE ZIDDI DEPOSIT IN TAJIKISTAN WITH A MINERAL ACIDS

S.Q.Qodirzoda, A.P.Tagayev, H.R.Rahmonov, I.M.Rahimov

*Institute of Chemistry named after V.I.Nikitin, National Academy of Sciences of Tajikistan,
Dushanbe. E-mail: 208855858@mail.ru*

Abstract. It is shown that acid decomposition of aluminosilicate raw materials (kaolin clays from the Ziddi deposit in Tajikistan) after preliminary sintering with sodium fluoride (NaF) using a mixture of 15% HNO_3 and 20% HCl at 80°C for 90 min provides maximum extraction of 97–98% Al_2O_3 and 93–95% Fe_2O_3 .

Key words: acid decomposition, aluminosilicate ore, kaolin clay, acid mixture, extraction, processing.



ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПЕКАТЕЛЬНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СИАЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДДИ ТАДЖИКИСТАНА

*А.П. Тагаев, С.К. Кодирзода, Х.Р. Рахмонов, И.М. Рахимов. У.М. Мирсаидов
Институт химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика
Таджикистан*

Аннотация. Представлены результаты исследования процесса разложения исходного сиаллитового сырья методом спекания с учётом влияния различных физико-химических и технологических параметров. Определены оптимальные условия разложения руды при совместном спекании с карбонатом натрия.

Ключевые слова: сиаллитовой руды, переработка, спекания, разложения, извлечения.

Сиаллитовые руды являются одним из основных типов каолинсодержащего сырья и содержат значительное количество железа, что ограничивает их использование в производстве фаянса и фарфора. Как показано в работах [1–5], разложение алюмосодержащих руд сернокислыми растворами позволяет выделять широкий спектр продуктов, включая глинозём как основной компонент, а также коагулянты и сырьё для фаянсово-фарфорового производства.

В настоящей работе представлены результаты исследования разложения сиаллитовой руды методом спекания с последующей солянокислотной обработкой. В качестве реагента для спекания использован карбонат натрия (Na_2CO_3) марки ХЧ.

Для сиаллитовой руды Зиддинского месторождения определён её химический состав, результаты которого представлены в табл.1.

Таблица 1. Химический состав алюможелезосодержащих руды сиаллитов (проба 74) месторождения Зидди Таджикистана

Наименования	№ проба	Содержание компонентов, масс%										
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	H ₂ O	п/п
Восточ-но-Зиддин-ское месторождения	74	39.8	1.17	30.05	13.9	0.29	0.56	0.4	0.1	0.2	1.0	12.9

Для разложения исходного силитовой руды измельчали до размера частиц 0.1 мм. Измельченную пробу и Na₂CO₃, смешали в массовом соотношениях 1:2 и спекали в муфельной печи. Полученную спек сначала обрабатывали водой при температуре 80°C в течение часа для устранения избыточное карбоната натрия. Потом пульпу отфильтровали и после высушивание его обрабатывали 20% соляной кислотой.

Исследовано влияние различных физико-химических факторов как на спекание руды в присутствии Na₂CO₃, так и на водную и соляно-кислотную обработку полученного спека результаты которого приведено на (рис.1.).

Влияние температуры спекания изучено в интервале температур от 300 до 1000°C. Как видно из рис. 1а процесс разложения алюмосиликатного сырья начинается при температуре выше 400°C и при 900-950°C и массовым соотношения Na₂CO₃ к сырью 2:1.

Влияния продолжительности процесса спекания показано на (рис.1б.), как видно из рисунка продолжительность процесса спекания до 105 мин. при 900-950°C и массовым соотношения Na₂CO₃ к сырью 2:1 обеспечивает максимальное извлечение компонентов из состава сырья.

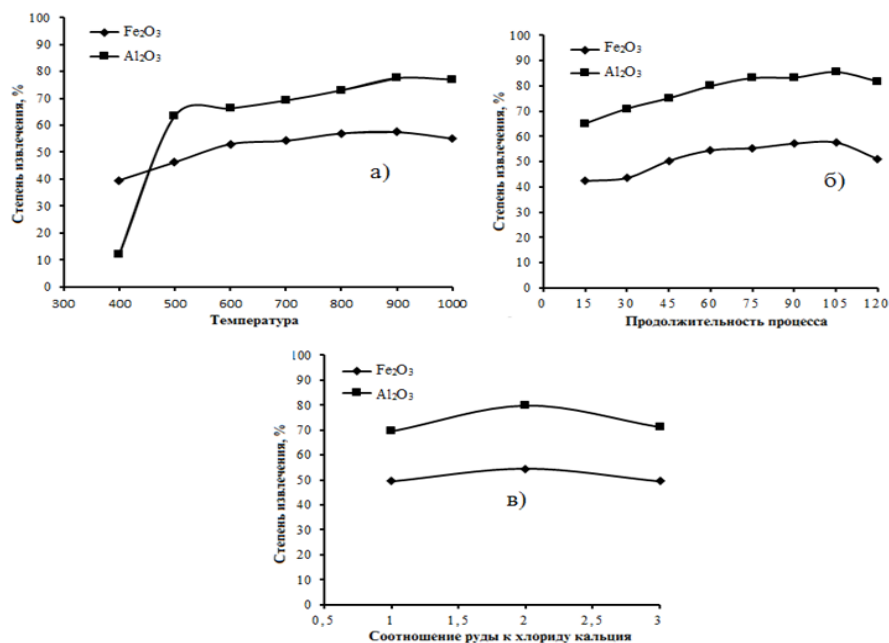


Рисунок 1. Зависимости степени извлечения оксидов Al₂O₃ и Fe₂O₃ из состава исходного силитовой руды от: а) температуры; б) продолжительности процесса; в) соотношение сырья и Na₂CO₃.

Важным фактором, влияющим на разложения алюмосиликатного сырья при совместном спекание с Na₂CO₃, является массовое соотношения Na₂CO₃ к сырью (рис.1в.). При температуре

900-950°C и массовое соотношения Na_2CO_3 к сырью 1:2 степень извлечение компонентов сырья превышает 54%.

Согласно проведённым экспериментам и полученным результатам, наиболее эффективные условия разложения боросиликатных руд при спекании с карбонатом натрия можно рекомендовать следующие: температура спекания 950–1000 °C, продолжительность процесса 105 минут и массовое соотношение руды к Na_2CO_3 1:2. При указанных условиях в раствор переходят 82.86 % - Al_2O_3 и 54.36 % - Fe_2O_3 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Лайнер, Ю.А. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами. Ю.А. Лайнер. - М.: Наука, 1982. - 208 с.
2. А.с. 1733381 СССР. Способ переработки алюмосиликатов. Б. Мирзоев, Х. Сафиев, А.К. Запольский, У.М. Мирсаидов. – 1990.
3. Сафиев, Х. Физико-химические основы комплексной переработки низкачественного алюминийсодержащего сырья: автореф. дис. д-ра хим. наук / Х. Сафиев. – Душанбе, 1997. – 50 с.
4. Сернокислотное разложение каолинсодержащего сырья Таджикистана / Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев, Х. Сафиев, В.А. Кутенец // Доклады АН Республики Таджикистан. –1995. –Т.35. -№3-4. –С.46-50.
5. Мирзоев, Д.Х. Сернокислотное разложение аргиллитов Зиддинского месторождения / Д.Х. Мирзоев, Х.Э. Бобоев, У.М. Мирсаидов. Доклады АН Республики Таджикистан.2005, т.48, №2, с.81-85.

АСОСҶОИ ФИЗИКО-ХИМИЯВИИ ТАҶЗИИ МАЪДАНИ СИАЛИТИИ КОНИ ЗИДДИИ ТОҶИКИСТОН БО УСУЛИ ГУДОЗИШ

А.П. Тагаев¹, С.К.Кодирзода¹, М.М.Тагоев¹, А.С.Курбонов², У.М.Мирсаидов²

¹Институти химияи ба номи В.И.Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш.
Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Агентии беҳатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои
Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, E-mail: 909117111@mail.ru

Тафсири: Натиҷаҳои тадқиқоти раванди таҷзияи ашёи хоми ибтидоии сиаллитӣ бо
усули гудозиш бо назардошти таъсири параметрҳои гуногуни физикӣ, химиявӣ ва технологӣ
оварда шудаанд. Шароити оптималии таҷзияи маъдан ҳангоми гудозиши якҷоя бо карбонати
натрий нишон дода шудааст.

Калиҳи калидӣ: маъдани сиаллитӣ, коркард, гудозиш, таҷзия, ҷудошавӣ.

PHYSICOCHEMICAL PRINCIPLES OF SINTERING DECOMPOSITION OF SIALLITIC RAW MATERIALS FROM ZIDDI DEPOSIT IN TAJIKISTAN

A.P. Tagaev¹, S.K. Kodirzoda¹, M.M. Tagoev¹, A.S. Kurbonov², U.M. Mirsaidov²

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy
of Sciences of Tajikistan.

E-mail: amirsho_77@bk.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the decomposition process of the initial
siallitic raw material by sintering, taking into account the influence of various physicochemical and
technological parameters. Optimal conditions for ore decomposition during joint sintering with
sodium carbonate are determined.

Key words: siallite ore, processing, sintering, decomposition, extraction.

СОСТОЯНИЕ СОЛЕЙ ОЗЕРА АКСИКОНКУЛЬ ТАДЖИКИСТАНА

Аннотация: Соли озера Аксиконкуль представляют собой шестикомпонентную солевую систему Na, K, Mg, Ca // SO₄, Cl-H₂O. В системе имеется поле однонасыщения, в которое выпадают кристаллы хлорида натрия в конденсированном состоянии.

Ключевые слова: Аксиконкуль, источник, почва, соль, мониторинг, радиационная ситуация.

Озеро Аксиконкуль является источником пищевой соли, объем которой оценивается в 1 миллион тонн и где производится более 35 000 тонн соли в год [1].

Целью исследования является изучение конденсированного состояния солей в зоне гипергенезиса озера Аксиконкуль Таджикистана.

Отбор и подготовка проб. Для отбора проб заранее определяли координаты точек и их месторасположение. Затем отбирали пробы почв согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017 от поверхности земли до глубины 25 см, пробы воды отбирали по ГОСТ Р 51593-2000.

Для анализа удельной активности (УА) естественных радионуклидов (ЕРН) в почве был использован гамма-бета-спектрометр МКС-АТ1315 (производства «АТОМТЕХ», Республики Беларусь).

В ходе исследования изучены минералогические составы пробы почв с использованием рентгенофлюоресцентного спектрометра «Спектроскан МАКС-G» (производства ООО «СПЕКТРОН», Российской Федерации), а анализ фазового состава соли произведен с применением рентгеновского дифрактометра марки «XRDynamic 500» (производства «ANTON PAAR», Австрия).

Химический анализ проб воды из соленого озера Аксиконкуль проводился в лаборатории ГУП «Худжандводоканал». Определение состава вод проводилось с использованием различных химических и физико-химических методов.

Анализ минералогического состава проб почв, отобранных в зоне озера Аксиконкуль, показал, что она состоит из: SiO₂ (37,19%), MgO (15,49%), CaO (10%), Al₂O₃ (5,33%), Fe₂O₃ (3,03%), Na₂O (2%), K₂O (1,09%), SO₃ (8,04%) и прочие (17,83%). Данный состав в дальнейшем активно участвует в образовании донных отложений (илы), солевого состава и качества воды в зоне гипергенезиса.

По результатам расшифровки снятого гамма-спектра соли (рисунок 1), выяснилось, что содержание ЕРН таких как ²²⁶Ra и ²³²Th в её составе практически отсутствует. Значения их удельной активности в почве и в илах являются очень низкими. Показатели удельной активности радионуклидов в пробах соли, илов, почв, отобранных в зоне Аксиконкуль, обобщены в таблице 1.

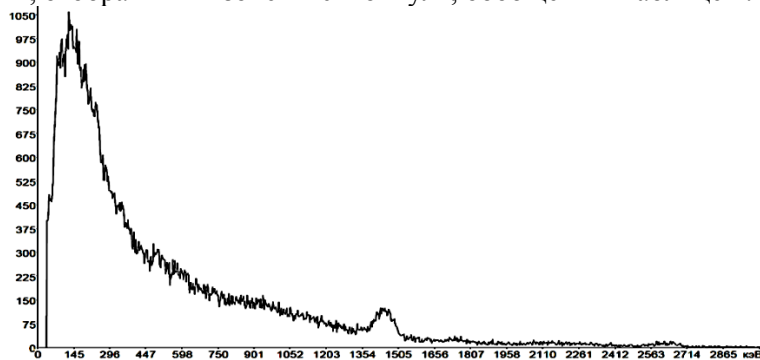


Рисунок 1 - Гамма-спектр соли, отобранной из озера Аксиконкуль.

Таблица 1 - Удельная активность ЕРН в пробах, отобранных в зоне озера Аксиконкуль

№ проб	Наименование проб	Координаты отбора проб	ЕРН	УА, Бк/кг	А _{эфф.} , Бк/кг	А _{эфф.м.} , Бк/кг
1	почва	70.39263 в.д. 40.51056 с.ш.	²²⁶ Ra	31,9	153±10,4	196
			²³² Th	41,7		
			⁴⁰ K	746		
2	илы	70.39197 в.д. 40.51080 с.ш.	²²⁶ Ra	20,1	81,6±5,94	108
			²³² Th	19,2		
			⁴⁰ K	405		
3	соль	70.39197 в.д. 40.51080 с.ш.	²²⁶ Ra	0	5,97±2,82	8,79
			²³² Th	0		
			⁴⁰ K	66,4		

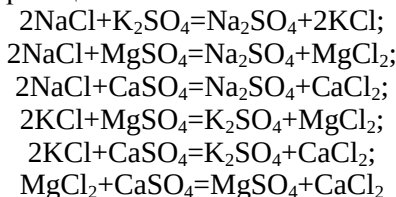
Анализ химического состава рассола озера свидетельствует о том, что в основном в нём содержатся катионы натрия, калия, магния, кальция и анионы хлорида, сульфата, частично гидрокарбоната (таблица 2).

Таблица 2 - Химический состав проб воды, отобранных из соленого озера Аксиконкуль

Жесткость, мг·экв/л		Содержание ионов, мг/л						Сухой остаток, мг/л
карб.	общая	$K^+ + Na^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	
9	25,4	6161,7	> п.о.	2605,2	2000	10907,7	549,1	34650,6

Соответственно, состав взаимной системы Na, K, Mg, Ca // SO_4 , Cl- H_2O выражается через их концентрацию в воде. При выражении состава системы через концентрацию ионов и воды для ее изображения можно применить массцентрический метод [2, 3].

Исследуемая шестикомпонентная физико-химическая система включает 9 составных частей: 8 солей (хлориды и сульфаты натрия, калия, магния, кальция) и воду. Она является шестикомпонентной, между компонентами которой вероятны реакции взаимного обмена:



Строение системы характеризуется наличием в ней неинвариантных точек на различных уровнях состава, моновариантных кривых и полей i-насыщения растворов твердыми фазами, отражающих состояние системы при различных степенях свободы. Схематические диаграммы фазовых равновесий содержат все неинвариантные точки системы. На них также оконтурены и все поля i-насыщения твердыми фазами. Построение диаграммы фазовых равновесий определяется шестерными неинвариантными точками.

Поля насыщения растворов на изотерме растворимости шестикомпонентной системы одной твердой фазой отвечают четырехвариантному равновесию. Определить границы полей однонасыщения можно, располагая диаграммами фазовых равновесий на уровне 4-6-компонентного состава. Поле насыщения растворов хлорида натрия в шестикомпонентной системе ограничено моновариантными кривыми между четверными точками.

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что донные отложения рассола озера Аксиконкуль в основном состоят из одной фазы – хлорида натрия с незначительными примесями других солей (рисунок 2).

По результатам анализа полученных данных сделано заключение, что в воде соленого озера Аксиконкуль в основном содержатся катионы натрия, калия, магния, кальция и анионы хлорида, сульфата, частично гидрокарбоната. Она представляет собой шестикомпонентную солевую систему Na, K, Mg, Ca // SO_4 , Cl- H_2O . В системе имеется поле однонасыщения, в которое выпадают кристаллы хлорида натрия в конденсированном состоянии.

Таким образом, в зоне гипергенезиса соленого озера Аксиконкуль Таджикистана образовалась многокомпонентная сложная солевая система, состоящая из одного поля насыщения хлорида натрия.

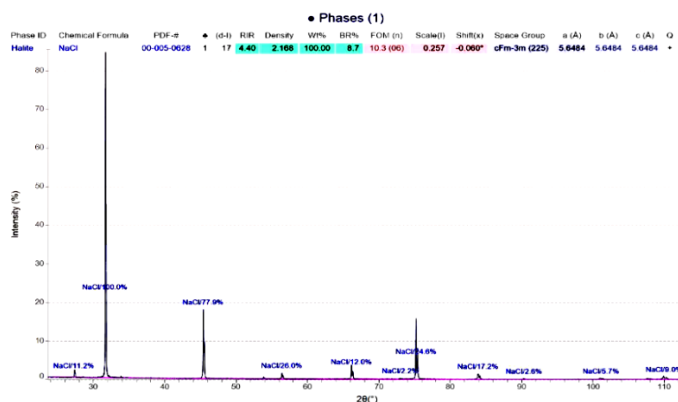


Рисунок 2 - Рентгеновский дифрактометрический анализ соли озера Аксиконкуль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нурматов, Ш. Ш. Аксикон – единственная лечебная грязь в Таджикистане / Ш. Ш. Нурматов // Вестник педагогического университета имени С. Айни (Естественные науки). - 2020. - № 1-2 (5-6). – С. 30-34.
2. Горощенко, Я. Г. Массцентрический метод изображения многокомпонентных систем / Я. Г. Горощенко. – Киев: Наукова думка, 1982. – 264 с.
3. Солиев, Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции / Л. Солиев. – Душанбе: Типография ТГПУ им. К. Джураева, 2000. – 247 с.

ҲОЛАТИ НАМАКҲОИ КҶҲИ АКSIKONKҶҲИ ТОҶИКИСТОН

Ш.А. Раҳимӣ, Х.М. Назаров, М.З. Аҳмедов, И. Мирсаидзода

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

Тафсири: Намакҳои кӯли Аксиконкул системаи намаки шаш ҷузъии Na, K, Mg, Ca // SO₄, Cl-H₂O мебошанд. Дар система майдони яктаъминкунӣ мавҷуд аст, ки ба он кристаллҳои хлориди натрий дар ҳолати конденсатсияшуда меафтанд.

Калидвожаҳо: Аксиконкул, манбаъ, хок, намак, мониторинг, вазъи радиатсионӣ.

THE STATE OF SALTS OF LAKE AKSIKONKUL IN TAJIKISTAN

Sh.A. Rahimi, Kh.M. Nazarov, M.Z. Akhmedov, I. Mirsaidzoda

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

Abstract: The salts of Lake Axikonkul are a six-component salt system of Na, K, Mg, Ca // SO₄, Cl-H₂O. There is a single saturation field in the system, into which sodium chloride crystals fall in a condensed state.

Key words: Axiconcule, source, soil, salt, monitoring, radiation situation.

РАДИОНУКЛИДЫ И РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Ф.А. Хамидов, М.Дж. Муминова, Ф.З. Шафиев, И. Мирсаидзода

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj

Аннотация: В статье проанализированы на предмет содержания естественных радионуклидов различные строительные материалы.

Ключевые слова: естественные радионуклиды, строительные материалы, эквивалентная активность радия, индексы радиационной опасности, удельная активность.

Основными естественными источниками внешнего облучения являются Ra-226, Th-232 и K-40. Поскольку эти радионуклиды распределены неравномерно, знание их распределения в почве и горных породах играет важную роль в радиационной защите и измерении. Важно определить источники и их индивидуальный вклад в общую дозу облучения [1]. В типичной среде соответствующий вклад в радиационное воздействие составляет около 55,5% для Ra-226, 14% для Th-232 и 14% для K-40. Средняя мощность дозы облучения от естественных радионуклидов составляет около 60 нГр⁻¹ для территорий с нормальным фоном [2].

Строительные материалы являются основным источником гамма-излучения внутри помещений. Все строительные материалы на основе камня содержат радиоактивные нуклиды, которые способствуют радиационному облучению. Знание уровня естественной радиоактивности в строительных материалах важно для оценки возможных радиологической опасности для здоровья человека и для разработки стандартов и руководств по использованию и управлению этими материалами.

В последние годы особое внимание уделялось измерению уровней активности строительных материалов. Основными **целями данного исследования** являются количественная оценка содержания природных радионуклидов в образцах строительных

материалов, используемых в Таджикистане, и оценка радиологического воздействия, которое может возникнуть у жителей зданий, построенных с использованием этих материалов.

Объектом исследования, данного работы являлась минерально-сырьевая база производства строительных материалов в Таджикистане техногенного и природного происхождения. Для исследования был отобран двадцать один образец строительных материалов, производимых в Таджикистане. Отбор и подготовка проб осуществлялись в соответствии с ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные».

Измерения активности Ra-226, Th-232 и K-40 в отобранных пробах проводились спектрометрическим методом на приборе с помощью детектора Canberra High Purity Germanium (HPGe). Детектор был окружен массивным свинцовым экраном (10 см) с внутренними стенками из электролитической меди и кадмия и соединен с Canberra MCA-Series 100 и цифровым анализатором спектра DSA-1000. Система была откалибрована по энергии и эффективности с использованием стандартных источников, предназначенных для измерения энергий, испускаемых радионуклидами квантов рентгеновского или гамма-излучения, а также активности (удельной, объемной) гамма-излучающих радионуклидов в пробах и объектах, в соответствии с методикой выполнения измерений [3] и с неопределённостью измерения до 12%. Собранные образцы сначала измельчали до состояния порошка, высушивали, взвешивали на электронных весах с точностью ± 5 г, а затем надежно закрывали в геометрии сосуда Маринелли объемом 1000 см³. Масса проб определялась взвешиванием герметично укупоренных проб, которые выдерживались в течение 30 суток с целью достижения равновесия Ra-226 с дочерними продуктами распада. По окончании этого периода образцы подсчитывали в течение 86400 с.

Исследования образцов минерального сырья и готовой продукции на его основе проводились в соответствии с нормативными документами - ГОСТ 30108-94 и "Нормы радиационной безопасности (НРБ-24)". Согласно этому ГОСТу, ЕРН - это основные радиоактивные нуклиды природного происхождения, содержащиеся в строительных материалах: радий (²²⁶Ra), торий (²³²Th), калий (⁴⁰K).

Измеренные удельные активности основных радионуклидов в образцах, отобранных из строительных материалов разных производителей Таджикистана, приведены как частоты интервалов активности на рисунке 1. Геометрическое среднее значение (ГСЗ) с геометрической стандартной погрешностью (ГСП) и диапазоны значений удельных активностей приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Геометрическое среднее и диапазон удельных активностей рассматриваемых радионуклидов в образцах строительных материалов разных производителей Таджикистана

	Удельная активность, Бк/кг		
	K-40	Ra-226	Th-232
ГСЗ (ГСП)*	212.15 (10.2)	32.45 (5.88)	14.67(0.52)
Диапазон значений (min-max)	10,41-839,8	2,42-170,17	0,65-108,53
*ГСЗ - геометрическое среднее значение; ГСП – геометрическая стандартное погрешность.			

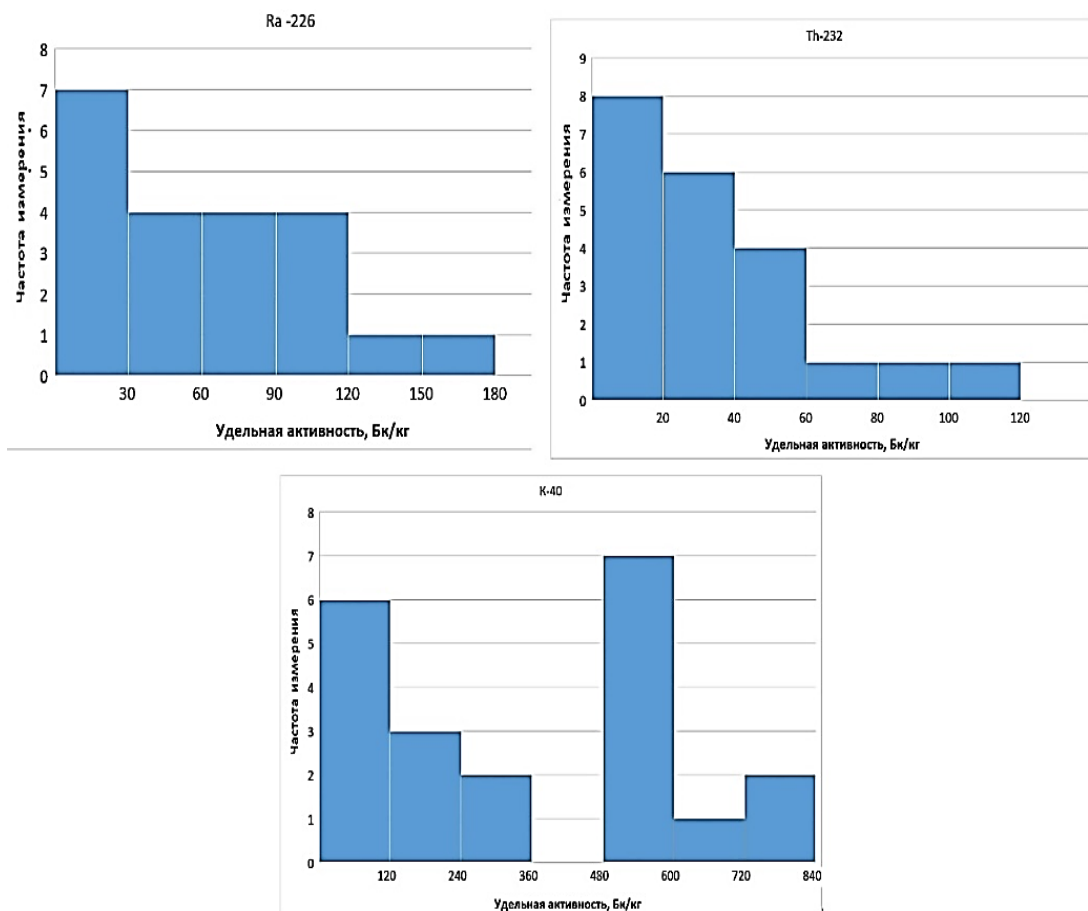


Рисунок 1 - Частота измерения удельной активности в образцах строительных материалов разных производителей строительных материалов Таджикистана.

Согласно отчету НКДАР ООН 2008 г., средние мировые значения удельной активности Ra-226, Th-232 и K-40 составляют 32, 45 и 420 Бк/кг соответственно [4]. Из результатов можно заметить, что геометрическое среднее значение удельной активности Ra-226 в исследуемой области почти одинаково со среднемировым значением (32 Бк/кг). Таким образом, исследование можно рассматривать как область с нормальным фоновым излучением.

Радиологическая опасность. Важно иметь оценку радиологической опасности, связанной с воздействием радиации от естественных радионуклидов K-40, Ra-226 и Th-232. Учет коллективного эффекта активности этих радионуклидов в материале определяется величиной, называемой «индексом опасности». Для оценки радиологической опасности строительных материалов используются различные индексы опасности, такие как эквивалентная активность радия (Ra_{eq}), опасность внешнего облучения (H_{ex}), мощность поглощенной дозы (D), гамма-индекс (I_γ) и альфа-индекс (I_α). На основе активности, полученной для исследуемых образцов строительных материалов разных производителей Таджикистана, и применения соответствующих формул были рассчитаны индексы опасности.

Эквивалентная активность радия (Ra_{eq}). Эквивалентная активность радия — это индекс, который был введен для представления удельной активности радионуклидов Ra-226, Th-232 и K-40 единой величиной, которая учитывает связанную с ними радиационную опасность. Ra_{eq} связан с внешней дозой гамма-излучения и внутренней дозой, обусловленной радоном и его дочерними изотопами. Максимальное значение Ra_{eq} должно быть меньше 370 Бк/кг.

Индекс внешней опасности (H_{ex}). Индекс внешней опасности (H_{ex}) - это еще один индекс радиационной опасности, которую использовал автор [5] для оценки мощности дозы облучения внутри помещения из-за внешнего воздействия гамма-излучения от естественных

радионуклидов в строительных материалах жилых помещений. Значение этого индекса должно быть меньше единицы, чтобы радиационная опасность оставалась незначительной.

Гамма-индекс (I_γ) - индекс радиационной опасности, предложенный Европейской комиссией, может быть использован для оценки уровней опасности гамма-излучения, обычно связанных с естественными радионуклидами. Этот индекс учитывает способы и количества, в которых материалы используются в строительстве, и он задается следующим образом.

$$I_\gamma = A_{\text{Ra}}/300 + A_{\text{Th}}/200 + A_{\text{K}}/3000,$$

где A_{Ra} , A_{Th} и A_{K} – удельная активность Ra-226, Th-232 и K-40, Бк/кг.

Если значение гамма-индекса материала меньше 0,5, то это соответствует критерию мощности дозы 0,3 мЗв/год. При значении индекса больше 0,5 то 1, тогда это соответствует критерию мощности дозы 1 мЗв/год. Материалы с гамма-индексом больше 1 следует избегать при строительстве зданий. Они будут обеспечивать эффективную мощность дозы выше 1 мЗв/год для жителей таких зданий [6]. Средние значения результатов наших измерений для гамма-индекса исследуемых образцов стройматериалов находятся в диапазоне 0,018 до 0,924 со средним геометрическим значением 0,27 и эти значения меньше единицы. Использование таких материалов для строительства зданий безопасно с точки зрения радиации.

Индекс альфа (I_α). Избыточное альфа-излучение из-за вдыхания радона, исходящего из строительных материалов, оценивается с помощью индекса альфа (I_α), который определяется следующим образом [7]:

$$I_\alpha = A_{\text{Ra}}/200,$$

где A_{Ra} — это концентрация активности Ra-226.

Рекомендуемая максимальная концентрация 226Ra составляет 200 Бк/кг [10], что дает $I_\alpha=1$. Когда концентрация активности Ra-226 любого строительного материала превышает это максимальное значение (200 Бк/кг), возможно, что выделение радона из такого материала может привести к тому, что концентрация радона в помещении превысит 200 Бк/кг. Диапазон и средние значения I_α , полученные из концентраций Ra-226 в строительных материалах разных производителей Таджикистана имеют значение альфа индекс в нашем случае от 0,012 до 0,85 со средним геометрическим значением 0,16. По этим значениям можно уверенно сказать, что вдыхание радона в зданиях, построенных из исследуемых строительных материалов, не очень велико.

Удельные активности Ra-226, Th-232 и K-40 были измерены в 21 образцах строительных материалов разных рынков и производителей строительных материалов Таджикистана, с помощью гамма-спектрометрии. Результаты показывают, что измеренное среднее значение удельной активности Ra-226 не превышает среднемировое значение 32 Бк/кг. Согласно полученным результатам, Республику Таджикистан можно рассматривать как регион с низким фоновым излучением. Радиологические последствия использования этих строительных материалов были изучены путем оценки различных индексов радиационной опасности и мощности дозы. Результаты были ниже максимально допустимых пределов этих индексов. Это свидетельствует о том, что исследуемые строительные материалы являются низкорadioактивными объектами и согласно НРБ-24 [8] и ГОСТ 30108-94 относятся к I классу опасности и могут использоваться в строительстве без ограничений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bavarnegin Elham Natural radionuclide and radiological assessment of building materials in high background radiation areas of Ramsar, Iran / Bavarnegin, Elham; Moghaddam, Masoud Vahabi; Fathabadi, Nasrin // Journal of Medical Physics. 2013. – V. 38. - № 2. – P. 93-97. DOI: 10.4103/0971-6203.111325
2. Гамма-спектрометр CANBERRA. Модель 777A. Руководство по эксплуатации.
3. United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and effects of ionizing radiation, Volume I: SOURCES 2008 Report to the General Assembly Scientific Annexes A and B. - New York: United Nations, 2010.
4. Krieger, R. Radioactive of Construction Materials / R. Krieger // Betonwerk und Fertigteil Technik. – 1981. - № 47. – P. 468-473.
5. European Commission (EC) report on radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials. Radiation Protection No.112. - Luxembourg: Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 1999. – P. 6-9.
6. Berekta, J. Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products / J. Berekta, P. Matthew // Health Phys. – 1985. - № 48. – P. 87-95.

7. Tufail, M. Natural radioactivity hazards of building bricks fabricated available from saline soil of two districts of Pakistan / M. Tufail, N. Akhtar, S. Javied, T. Hamid // J. Radiol. Prot. – 2007. - № 27. – P. 481-492.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-24). – Душанбе: Дониш, 2024. - 295 с.

РАДИОНУКЛИДҲО ВА ҲОЛАТИ РАДИОЛОГИИ МАСОЛЕҲИ СОХТМОНӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

Ф.А. Ҳамидов, М.Ҷ. Муминова, Ф.З. Шафиев, И. Мирсаидзода

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

Тафсир: Дар мақола маводи гуногуни сохтмонӣ барои мундариҷаи радионуклидҳои табиӣ таҳлил карда шудааст.

Калидвожаҳо: радионуклидҳои табиӣ, маводи сохтмонӣ, фаъолияти баробари радий, индексҳои хатари радиатсионӣ, фаъолияти хос.

RADIONUCLIDES AND RADIOLOGICAL CONDITION OF BUILDING MATERIALS IN TAJIKISTAN

F.A. Khamidov, M.J. Muminova, 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, info@cbrn.tj*

Abstract: The article analyzes various building materials for the content of natural radionuclides.

Key words: natural radionuclides, building materials, equivalent radium activity, radiation hazard indices, specific activity.



РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ УРАНОВЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАН ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО ВОКРУГ НИХ

Ф.Х. Гаффорова, В.Я. Саидзода, О.А. Азизов

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

Аннотация: В статье на примере Дигмайского хвостохранилища Таджикистана дана оценка радиационной опасности для населения.

Ключевые слова: оценка, радиационная опасность, урановые хвостохранилища.

Дигмайское хвостохранилище Таджикистана является одним из крупнейших хвостохранилищ отходов уранового производства в Средней Азии. Оно занимает площадь более 90 га и содержит около 35 млн. тонн отходов урановых руд, около 500 тысяч тонн забалансовой урановой руды, а также 5,7 млн. тонн отходов переработки ванадийсодержащего сырья, с общим содержанием около 16 000 ГБк активности. Насыпь считается заполненной на 83%

Поскольку поверхность хвостохранилища является открытой, над его чашей образуется постоянное и существенное выделение радиоактивного газа – радона. Его поступление в атмосферный воздух существенно увеличилось после пересыхания поверхности хвостохранилища, на которой повсеместно образовались трещины глубиной до 2 м. Среднее значение плотности потока радона равно 40 Бк/м²·с, годовое поступление радона в атмосферу может составлять 1,13·10¹⁵ Бк. Эти результаты показывают, что проблема радоновыделения может оказаться более острой, чем это оценивалось ранее. Такой исключительно высокий поток

радона в атмосферный воздух должен формировать очень высокие концентрации таких его продуктов распада, как ^{210}Po и ^{210}Pb в составе атмосферных осадков и аэрозолей, которые осаждаются на прилегающие сельхозугодия и присутствуют в атмосферном воздухе.

В связи с этим возникла необходимость проведения радиационного мониторинга на территории Дигмайского хвостохранилища. С полной остановкой уранового производства на предприятии была прекращена подача пульпы и сбросных технологических растворов, что привело к полному испарению прудовых вод и, как следствие, увеличению пылевого уноса с поверхности хвостохранилища, значительному вырастанию объектов выброса радона в атмосферу. Вместе с тем сохранился контакт поровых вод радиоактивных отходов с подземными водами, дополняемый дренированием тела хвостохранилища атмосферными осадками. Эти факторы сохраняют, а в какой-то мере усиливают связанные с хвостохранилищем экологические риски.

Цель исследования – оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай для населения посёлка Гозиён Б.Гафуровского района Республики Таджикистан.

Одной из важных особенностей Дигмайского хвостохранилища является то, что оно расположено в густонаселённой области. Здесь существует высокий риск загрязнения природных вод за счёт значительного скопления отходов бывшего уранового производства в теле хвостохранилища, которое не имеет никакого защитного покрытия с поверхностью, а также не имеется экранирование снизу. Дигмайское хвостохранилище строилось путем перекрытия ущелья дамбой. Вследствие засушливого климата вода на поверхности хвостохранилища испарилась, а сама поверхность материала хвостохранилища покрылась большими трещинами-такырами, что привело к формированию здесь высокой эксхалляции ^{222}Rn (36-65 Бк/(м²·с)). Содержание объемной активности ^{222}Rn в атмосферном воздухе над хвостохранилищем на разных участках изменяется от 200 до 1000 Бк/м³.

Для Дигмайского хвостохранилища рассматривались следующие факторы повышенной радиологической опасности:

- повышенные уровни радиационного загрязнения на территории, прилегающего к хвостохранилищу населённого пункта. В данном случае во внимание принимались лишь некоторые усреднённые данные загрязнённости местности и атмосферного воздуха снаружи зданий, так как наблюдения внутри жилых помещений партнерами по проекту не проводились;
- повышенные уровни радиоактивности в пределах чаши хвостохранилища;
- повышенные загрязнения подземных вод.

Оценки облучения. В расчётах учитывались следующие факторы и пути облучения:

- внешнее облучение, вызванное загрязнением почвы;
- облучение внутри и снаружи зданий;
- аэрозольное загрязнение внутри и снаружи зданий;
- облучение за счёт ингаляционного поступления радионуклидов с атмосферным воздухом при вдыхании, в том числе от ^{222}Rn и его короткоживущих продуктов распада.

При оценке доз облучения населения в районе расположения Дигмайского хвостохранилища рассматривались три гипотетические группы.

Группа 1. Население п. Гозиён, которое не посещает поверхность хвостохранилища.

Группа 2. Жители п. Гозиён, которые могут пребывать не менее 8 часов в неделю (порядка 1 часа в день) на поверхности хвостохранилища.

Группа 3. Жители п. Гозиён, которые будут привлекаться для выполнения реабилитационных работ на хвостохранилище в течение не менее 6 часов в день в течение 4 рабочих дней каждую неделю.

Годовые дозы облучения для трёх гипотетических групп населения можно рассматривать в качестве основы для планирования безопасного времени проведения работ на хвостохранилище на этапе реализации проектов его реабилитации. Приведённая оценка дозы (до 17 мЗв/год), является достаточно высокой и не приемлемой по отношению к принятому пределу дозы безопасного облучения для населения в 1 мЗв/год над природным фоном. Полученная максимальная оценка дозы является также близкой к пределу расчётной дозы,

рекомендуемой в качестве предела безопасности для персонала в виде ограничения в 20 мЗв/год над природным фоном.

ХАТАРИ РАДИАТСИОНИИ АНБОРҶОИ ПАРТОВҶОИ УРАН ТОҶИКИСТОН БАРОИ АҲОЛИИ АТРОФИ ОНҲО

Ф.Х. Гаффорова, В.Я. Саидзода, О.А. Азизов

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

Тафсири: Дар мақола дар мисоли анбори партовҳои Дигмаи Тоҷикистон арзёбии хатари радиатсионӣ барои аҳоли оварда шудааст.

Калидвожаҳо: арзёбӣ, хатари радиатсионӣ, анборҳои қафаси уран.

RADIATION HAZARD OF TAJIKISTAN'S URANIUM TAILINGS DUMPS FOR THE POPULATION LIVING AROUND THEM

F.H. Gafforova, V.Ya. Saidzoda, O.A. Azizov

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

Abstract: The article uses the example of the Digmai tailings dam in Tajikistan to assess the radiation hazard to the population.

Key words: assessment, radiation hazard, uranium tailings dumps.

.....

ВЛИЯНИЕ АДРАСМАНСКОГО УРАНОВОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ш.А. Рахими, Х.М. Назаров, Ф.Х. Гаффорова, У.М. Мирсаидов,

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, info@cbrn.tj

Аннотация: В статье приведены результаты исследования радионуклидного состава образцов почв и атмосферного аэрозоля, отобранных на территории Адрасманского хвостохранилища. Проведён анализ данных о распределении радиоактивных изотопов уран-ториевого ряда.

Ключевые слова: хвостохранилища, почва, пыль, атмосферный аэрозоль, анализ, изотопы.

В настоящее время одним из важнейших показателей экологической безопасности является снижение негативного влияния радионуклидов на экосистему. Поэтому во многих работах дается оценка степени загрязненности радионуклидами почв и атмосферного аэрозоля, путем сравнения элементного состава с другими полученными результатами измерений [1-4].

Особый интерес представляют установление источников происхождения радиационного загрязнения. Одним из таких объектов является Адрасманское хвостохранилище уранового производства на территории Северного Таджикистана.

Настоящая работа посвящена оценке воздействия радионуклидов на окружающую среду на примере Адрасманского уранового хвостохранилища.

Отбор проб осуществлен в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83. Контрольные точки отбора проб отмечены на рис. 1, а их координаты обобщены в табл. 1. В целом из 41 отмеченных точек отборов были отобраны и проанализированы 41 проба почвы и 5 проб атмосферного аэрозоля (рисунок 1).

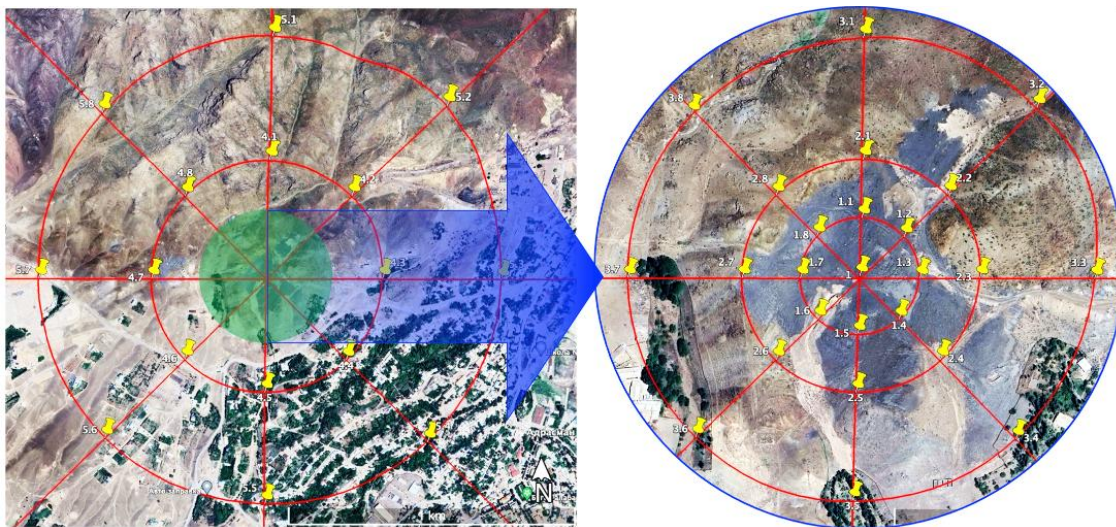


Рисунок 1 - Контрольные точки отбора проб.

Отбор аэрозолей (пыли) из атмосферного воздуха в больших объемах до 300 м³ был произведен в летний период. Воздушно-фильтры устанавливались на высоте 0,5 м от поверхности земли. Аэрозоли отбирались на Петриановский фильтр большого диаметра, отбор производился в течение 3 часов. После озонения атмосферной пыли, изучение изотопных составов проводили по методике, описанной в работе [4].

При изучении особенностей активности естественных радионуклидов (ЕРН) почвы вокруг радиоактивного хвостохранилища «Адрасман» особое внимание было уделено на его физическое конденсированное состояние. На поверхности его покрытия отмечаются нарушения его целостности. В результате смыва хвостового материала с тела хвостохранилища, вызванных обильными осадками и селевыми потоками, образовались локальные точки с повышенными значениями суммарной удельной активности ЕРН в составе отобранных почв.

Анализ данных показывает дифференцированные значения установленных ЕРН, среди которых наиболее высокие значения имеют изотопы ²²⁸Th, ²²⁶Ra и ⁴⁰K.

Анализ содержания ²²⁶Ra в хвостовом материале свидетельствует, что его удельные активности находятся в пределах от 1087 Бк/кг до 29677 Бк/кг, при среднем значении – 1170 Бк/кг.

Концентрация ²²⁶Ra в атмосферном аэрозоле колеблется от $2,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг до $37 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг, при среднем значении - $18 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг.

Его содержание в почвах исследуемых территорий варьируется в достаточно широких пределах и находится на уровне 114-8570 Бк/кг, при среднем значении – 1079 Бк/кг. При этом, обнаружены аномалии в максимальных значениях удельной активности ²²⁶Ra в почвах на территории поселка. Это связано со смывом хвостового материала из тела радиоактивного Адрасманского хвостохранилища селевыми потоками.

Концентрация ²²⁶Ra в атмосферном аэрозоле колеблется от $3,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг до $15 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг, при среднем значении – $4,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг.

Вариация значений удельной активности ⁴⁰K в хвостовом материале находится в пределах от 535 Бк/кг до 1812 Бк/кг, при среднем значении – 1140 Бк/кг.

В почве находится на уровне 865-8610 Бк/кг, при среднем значении – 1403 Бк/кг.

Содержание ²³⁸U в хвостовом материале в пределах 118-1271 Бк/кг, при среднем значении – 540 Бк/кг.

Содержание урана в почве находится в интервалах 47-811 Бк/кг, при среднем значении – 258 Бк/кг.

Его содержание в атмосферном аэрозоле колеблется от $2,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг до $5,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг, при среднем значении – $3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/кг.

В пробах почв отобранных ближе от хвостохранилища выявлен содержание ²²⁸Th и ²³⁸U, а у дальних расстояниях его не обнаружены (таблица 1).

Таблица 1 - Суммарная активность ЕРН в образцах почв, отобранных на территории Адрасманского хвостохранилища в зависимости от расстояния

Расстояние от центра хвостохранилища, м (рисунок 1)	Значение	Суммарная активность, Бк/кг		А _{уд.} , Бк/кг			
		альфа-	бета-	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Th	²³⁸ U
50	мин.	24,75	12,88	865,6	186,2	не обн.	не обн.
	макс.	161,31	143,48	1338,1	8570,5	9697,3	811,1
	средн.	61,10	60,8	1024,19	1569,76	1335,96	116,21
100	мин.	26,57	16,76	1107,2	184,3	не обн.	не обн.
	макс.	162,66	88,91	1365,5	8386,2	7388,1	313,2
	средн.	60,47	59,95	1197,5	1817,38	1309,73	39,15
200	мин.	35,69	28,40	1107,1	162,7	не обн.	не обн.
	макс.	167,95	147,08	1431,5	4205,5	2285,1	не обн.
	средн.	86,05	82,40	1244,9	1048,5	285,63	не обн.
400	мин.	43,08	23,55	963,6	не обн	не обн	не обн
	макс.	160,04	102,31	1734,0	756,7	499,4	47,1
	средн.	91,71	67,97	1238,44	269,73	62,42	5,88
800	мин.	85,95	46,33	1021,4	114,1	не обн	не обн
	макс.	159,49	149,73	8609,6	293,9	не обн	не обн
	средн.	124,0	92,0	2134,6	149,21	не обн	не обн

Исследования, проведенные в вокруг радиоактивного Адрасманского хвостохранилища, показывают, что суммарная α - и β - активности почвенных проб, взятых на разных расстояниях от хранилища, варьируется в широких диапазонах: для α - активности от 60,47 Бк/кг до 124 Бк/кг, а для β - активности от 59,95 Бк/кг до 92 Бк/кг. Характерной особенностью является закономерное уменьшение как α -, так и β - активности по мере увеличения расстояния от хвостохранилища, что свидетельствует о рассеивании загрязнений.

В целом, оценка содержания ЕРН в почвах, в первую очередь, необходима для прогноза последствий миграции радионуклидов из радиоактивного хвостохранилища в окружающей среде, а также расчета доз облучения населения от природных источников ионизирующего излучения.

Полученные данные показывают, что во всех точках зоны влияния Адрасманского хвостохранилища происходит загрязнение воздуха радиоактивными изотопами. Движением воздушных масс аэрозоль переносится на большие расстояния и оказывает значительное влияние на экологическое состояние территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Содержание тяжелых металлов в составе атмосферного аэрозоля и почв Северного Таджикистана / М. Н. Рахматов, С. Ф. Абдуллаев, В. А. Маслов [и др.] // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - 2019. - № 3. – С. 218-223.
2. Рахматов, М. Н. Содержание тяжелых металлов в пылевом аэрозоле и почвах Северного Таджикистана / М. Н. Рахматов, С. Ф. Абдуллаев // Оптика атмосферы и океана. - 2021. - Т. 34. - № 02. – С. 112-121.
3. Рахматов, М. Н. Элементный состав атмосферного аэрозоля и почв Северного Таджикистана: Монография / М. Н. Рахматов, С. Ф. Абдуллаев. – Худжанд: Нури маърифат. 2021. - 264 с.
4. Радиоэкологическая особенность ландшафта Кураминского хребта Северного Таджикистана: распределение радионуклидов и тяжелых металлов: Монография / И. Мирсаидова, М. З. Ахмедов, Х. М. Назаров [и др.] / Под редакцией академика НАНТ У. Мирсаидова. – Душанбе: Дониш. 2024. - 112 с.

ТАЪСИРИ АНБОРИ ПАРТОВҲОИ УРАНИ АДРАСМАН БА МУҲИТИ ЗИСТ

Ш.А. Раҳимӣ, Х.М. Назаров, Ф.Х. Ғаффорова, У.М. Мирсаидов

Тафсир: Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқи таркиби радионуклидҳои намунаҳои хок ва аэрозоли атмосфера, ки дар қаламрави анбори партовҳои Адрасман интиҳоб шудаанд, оварда шудаанд. Таҳлили маълумот дар бораи тақсими изотопҳои радиоактивии қатори уран-торий гузаронида шудааст.

Калидвожаҳо: анборҳои қафо, хок, хок, аэрозоли атмосфера, таҳлил, изотопҳо.

THE IMPACT OF THE ADRASMAN URANIUM TAILINGS DUMP ON THE ENVIRONMENT

Sh.A. Rahimi, Kh.M. Nazarov, F.H. Gafforova, U.M. Mirsaidov

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

Abstract: The article presents the results of a study of the radionuclide composition of soil and atmospheric aerosol samples collected on the territory of the Adrasman tailing dump. The data on the distribution of radioactive isotopes of the uranium-thorium series are analyzed.

Key words: tailings ponds, soil, dust, atmospheric aerosol, analysis, isotopes.



ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА УРАНОВЫХ ОТХОДОВ «ФАБРИКИ БЕДНЫХ РУД» Г. ИСТИКЛОЛ

С.С. Рахматшоев, К. Бобоев, М. Шодмонова, И. Мирсаидзода

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

Аннотация: Рассмотрена возможность получения уранового концентрата из отходов «Фабрики бедных руд» г. Истиклол. Приведены результаты выщелачивания и степени извлечения урана из отходов «Фабрики бедных руд» г. Истиклол. Сульфат-ион является активным катализатором для выщелачивания урана из этих отходов.

Ключевые слова: отходы, уран, концентрат, переработка, технология.

Для отходов «Фабрики бедных руд» (ФБР) применение высоких концентраций серной кислоты нерентабельно, поэтому для отходов ФБР выщелачивание проводилось при следующих параметрах: вес навески – 50 г; концентрация серной кислоты переменная. Результаты опытов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Выщелачивание и степень извлечения урана в пробах из ФБР

№ проб	Состав пробы, %				Концентрация H ₂ SO ₄ , г/л	Концентрация урана, мг/л	Извлечение, %
	U	Fe ₂ O ₃	MnO	Ca			
1	0,0057	5,49	0,12	0,52	20	17,0	59,7
2					50	18,2	63,9
3					75	18,2	63,9

При отработке отвалов ФБР затраты по кислоте могут быть значительно снижены при примерно одинаковом уровне извлечения. Низкая степень извлечения отвалов карьера №1 обусловлена слабой окисленностью руды, в связи с чем была разработана лабораторная установка перемешивания пульпы воздухом.

Условия проведения эксперимента:

- концентрация H₂SO₄ - 100 г/л;
- окислитель – кислород воздуха;

- барботаж в течение 3-х часов с отбором проб через каждый час;
- отстаивание – сутки.

Результаты исследования приведены в таблице 2.

Применение в качестве окислителя кислорода воздуха приводит к снижению уровня извлечения, что также обусловлено переходом $\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$, повышением pH, осаждением гидроокиси железа и соосаждением полиуранатов. Возможно, переход реагирующей системы из исходного состояния в конечное происходит через активированный комплекс, состав и, тем более, структуру которого на существующем оборудовании определить невозможно.

Таблица 2 - Степень извлечения урана в пробах карьера №1

№ пробы	Состав пробы, %				Концентрация урана по временным интервалам, мг/л				Извлечение, %
	U	Fe_2O_3	MnO	Ca	15 мин	30 мин	45 мин	сутки	
ТО	0,011	3,49	0,1	0,44	13,8	13,6	14,0	18,4	25,0

Активированный комплекс, по существу, состоит из ионов реагентов и связующей группы – «мостика», каталитическая способность которого зависит, с одной стороны, от его возможности связывать реагирующие ионы, а с другой – от легкости перехода электронов через этот «мостик». Причем наиболее заметное каталитическое действие на окислительно-восстановительные процессы оказывают такие ионы, которые в максимально степени понижают заряд активированного комплекса, но сами обладают минимальной энтропией. То есть, каталитическая активность должна уменьшаться в ряду $\text{OH}^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{ClO}_4^-$.

Сульфат-ион является активным катализатором, так как при вхождении его в активированный комплекс заряд последнего понижается на две единицы, что приводит к возрастанию энтропии.

Однако как показывают данные экспериментов, описанных выше, сульфат-ион не всегда выполняет роль связующего мостика при определенном наборе параметров (U, Fe_2O_3 , MnO, Ca) и необходимость ввода в систему иона NO_3^- становится очевидной. Хлор-ион хотя и обладает большим сродством к электрону, но ввод его нежелателен из чисто экономических соображений.

Оптимизация процесса выщелачивания может идти в нескольких направлениях:

- использование математической модели пространственного распределения урана для определения близких по характеристикам зон с последующей дифференциацией их отработки;
- подбор оптимальных значений для каждой из этих зон концентраций выщелачивающих реагентов.

По результатам проведенных исследований может быть рекомендован базовый вариант режимов выщелачивания при проведении опытно-промышленных испытаний:

- хвостохранилища I-II, III, IV – концентрация H_2SO_4 - 100 г/л, время выщелачивания – 2-3 часа;
- отходы ФБР – концентрация H_2SO_4 - 20 г/л, время выщелачивания – 2 часа.

КОРКАРДИ ДУЮМБОРАИ ПАРТОВҲОИ УРАНИИ “ФАБРИКАИ МАЪДАНИ КАММАҲСУЛ”-И ш. ИСТИҚЛОЛ

С.С. Рахматшоев, К. Бобоев, М. Шодмонова, И. Мирсаидзода

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

Тафсири: Имкони бадастовардани концентрати уран аз партовҳои урании “Фабрикаи маъдани каммаҳсул”-и ш.Истиқлол баррасӣ мешавад. Натиҷаи шиқоронӣ ва дараҷаи истихроҷи уран аз партовҳои урании “Фабрикаи маъдани каммаҳсул”-и ш.Истиқлол оварда шудааст. Иони сульфат катализатори фаъол барои шиқоронӣ уран аз ин партовҳо муайян карда шудааст.

Калидвожаҳо калидӣ: партов, уран, концентрат, коркард, технология.

SECONDARY PROCESSING OF URANIUM WASTE FROM THE POOR ORE FACTORY IN ISTIKLOL

S.S. Rakhmatshoev, K. Boboev, M. Shodmonova, I. Mirsaidzoda

Abstract: The possibility of obtaining uranium concentrate from the waste of the "Low Ore Factory" in Istiklol is considered. The results of leaching and the degree of uranium extraction from the waste of the "Low Ore Factory" in Istiklol are presented. Sulfate ion is an active catalyst for leaching uranium from these wastes.

Key words: waste, uranium, concentrate, processing, technology.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ УРАНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ Г.ИСТИКЛОЛА

К. Бобоев, Ш. Шарифзода, М. Бобоёров, М. Шодмонова

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

Аннотация: Рассмотрена возможность получения уранового концентрата из отходов урановых хвостохранилищ г. Истиклол. Приведены результаты выщелачивания и степени извлечения урана из отходов урановых хвостохранилищ г. Истиклол. Степень извлечения урана из различных проб достигает 85-99%

Ключевые слова: хвостохранилища, уран, концентрат, переработка, технология.

В процессе исследовательских работ по выщелачиванию урана из хвостохранилищ определялись зависимость его концентрации в растворе и извлечение от начального содержания в пробах, концентрации выщелачивающего реагента, времени контакта.

На предварительном этапе с целью определения возможности выщелачивания и степени извлечения урана из хвостохранилищ была отобрана проба со средним содержанием урана 0,027%.

Опыт проводился при следующих параметрах:

- режим выщелачивания – стационарный ($t=24$ часа) при комнатной температуре;
- концентрация H_2SO_4 - 20, 50, 100, 150 и 200 г/л;
- вес навесок – по 50 г;
- Т: Ж = 1:2.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты выщелачивания и степени извлечения урана в пробах со средним содержанием урана

№ пробы	Вес, г	$C_{H_2SO_4}$, г/л	Концентрация урана в растворе, мг/л	Количество урана в пробе, мг	Извлечение, %
1	50	20	9	13,5	6,6
2	50	50	83	13,5	61,5
3	50	100	109	13,5	80,7
4	50	150	44	13,5	32,6
5	50	200	39	13,5	29,0

Низкое содержание урана в растворах в пробах №4 и №5, видимо, обусловлено переходом $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$, повышением pH до 4-5 за счёт реакции с другими компонентами системы, осаждением гидроокиси железа и ряда полиуранатов. Для объединённых проб по хвостохранилищам выщелачивание проводилось растворами с концентрацией H_2SO_4 - 100 г/л, Т:Ж = 1:2, при активном перемешивании с отбором проб на анализ через 15, 30 и 45 мин и последующим выстаиванием в течение суток. Вес пробы – 100 г. Результаты приводятся в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты выщелачивания и степени извлечения урана в объединённых пробах

№	Содержание пробы, %	Концентрация урана по временным	Извле-
---	---------------------	---------------------------------	--------

пробы				интервалам, мг/л				чение, %
	MnO	Fe ₂ O ₃	U	сутки	45 мин	30 мин	15 мин	
Т II	0,14	7,31	0,0090	41,2	38,0	39,4	37,6	98,0
Т III	0,2	6,71	0,0085	41,0	35,4	30,0	25,6	96,0
Т IV	0,25	6,95	0,0068	33,8	27,6	25,6	25,6	99,0

Как видно из таблицы 2, уран в основном находится в нижних горизонтах и на границах контура хвостохранилища. Учитывая вышеизложенное, проводилось переобъединение и выщелачивание при тех же условиях. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Степени извлечения урана в переобъединенных пробах

№ пробы	Содержание пробы, %				Концентрация урана по временным интервалам, мг/л				Извлечение, %
	Ca	MnO	Fe ₂ O ₃	U	сутки	45 мин.	30 мин.	15 мин.	
Т II	3,8	0,3	7,23	0,012	16,4	39,8	37,6	32,8	77,3
Т III	4,88	0,27	6,59	0,014	58,0	51,6	48,6	42,4	85,2
Т IV	4,28	0,15	4,79	0,009	37,5	28,8	26,2	24,8	83,3
ТГ	0,52	0,12	5,49	0,005	18,4	18,4	17,6	16,6	65,0
ТО	0,44	0,1	3,49	0,011	21,4	19,8	-	-	38,9

Примечание: ТГ – усредненная проба по склонам отвала №7 «Фабрика бедных руд»;
ТО – усредненная проба по отвалам карьера №1, выщелачивание которой проводилось при активном перемешивании (2 часа) и последующем выстаивании (сутки).

ИМКОНЯТИ БА ДАСТ ОВАРДАНИ КОНСЕНТРАТИ УРАН АЗ ПАРТОВҲОИ МАҲФУЗГОҲОИ Ш.ИСТИҚЛОЛ

К. Бобоев, Ш. Шарифзода, М. Бобоёров, М. Шодмонова

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

Тафсир: Имконияти ба даст овардани концентрати уран аз партовҳои маҳфузгоҳҳои шахри Истиқлол баррасӣ мешавад. Натиҷаҳои ишқоронӣ ва дараҷаи истихроҷи уран аз партовҳои маҳфузгоҳҳои урании шахри Истиқлол оварда шудаанд. Дараҷаи истихроҷи уран аз намунаҳои гуногун ба 85-99% мерасад.

Калидвожаҳо: маҳфузгоҳ, уран, концентрат, коркард, технология.

POSSIBILITY OF OBTAINING URANIUM CONCENTRATE FROM TAILING DEPOSIT WASTE IN ISTIKLOL

K. Boboev, Sh. Sharifzoda, M. Bobojorov, M. Shodmonova

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

Abstract: The possibility of obtaining uranium concentrate from Istiklol uranium tailings is considered. The results of leaching and the degree of uranium extraction from Istiklol uranium tailings are presented. The degree of uranium extraction from various samples reaches 85 - 99%

Key words: tailings, uranium, concentrate, processing, technology.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ТАДЖИКИСТАНА

Аннотация. В данной обзорной статье приводятся результаты анализа свойств местных сырьевых материалов Таджикистана в целях получения радиационно-защитных композиционных материалов. Таджикистан обладает ценными ресурсами для создания эффективных радиационно-защитных композитов. Наиболее перспективными являются барит, магнетит, бентонит, ракушечник и концентрат свинца. Суглинково-баритовые смеси – отличный вариант для герметичных барьеров, магнетитовый тяжелый бетон – для компактных защитных конструкций, бентонит с обработкой и полимерным покрытием – высокая эффективность при низкой толщине.

Барит и магнетит служат мощными гасителями γ -излучения, а бентонит обеспечивает герметичность и структурную стабильность композитов. Ракушечник и свинец могут иметь вспомогательную роль, но требуют дополнительной разработки.

Ключевые слова: композит, барит, магнетит, бентонит, глина (суглинка), ракушечник, концентрат.

Использование местных сырьевых материалов позволяет снизить стоимость, повысить доступность и экологичность радиационно-защитных композиционных материалов. Таджикистан располагает запасами барита, магнетита, бентонита, глины (суглинка), ракушечника и потенциально свинцового концентрата – все это может стать эффективным сырьевым ресурсом.

Барит ($BaSO_4$) - очень плотный минерал ($4,2-4,5 \text{ г/см}^3$), эффективен против γ - излучения и рентгена. Исследования показывают, что барит превосходит гематит в γ - защите. Включение барита в бетон улучшает его защитные свойства, однако оптимизация необходима для сохранения технологичности.

Магнетит (Fe_3O_4) - высокоплотный минерал, существенно повышает радиационную защиту бетонных конструкций ($\sim 50\%$ тоньше стены при равной защите). Плотность бетонных композитов с магнетитом — около $3,6 \text{ т/м}^3$, коэффициент ослабления γ - излучения $\mu \approx 0,23-0,30 \text{ см}^{-1}$.

Бентонитовая глина обладает мелкозернистой структурой и способностью к набуханию, служит отличным барьером для воды и подвижности радионуклидов. В чистом виде уже лучше других глин по показателю защиты (например, при низких энергиях). Обработка (прессование, измельчение, обжиг) и полимерное покрытие (например, PVA) значительно повышают коэффициенты ослабления и снижают толщину эквивалента свинца.

Суглинки (глинистые почвы) - как и бентонит, суглинок естественно малопроницаем и дешев, его модификация добавлением барита позволяет добиться уровня защиты, превосходящего бетон. Оптимальное количество в композите – примерно 40% барита по массе: коэффициент ослабления высок ($16,5-12 \text{ м}^{-1}$ в зависимости от энергии), проницаемость остается очень низкой ($\sim 8,9 \times 10^{-11} \text{ м/с}$).

Концентрат свинца - свинцосодержащие материалы традиционно эффективны, но в силу токсичности часто используются только при наличии специальных мер предосторожности. Не найдено работ по применению именно концентрата свинца; возможен в качестве добавки для повышения эффективности, однако требуется осторожность и дополнительные исследования.

Ракушечник - об информации о радиационной защите с использованием ракушечника данных практически нет. Возможно, его состав (кальцит/доломит) способствует защите от излучения. Предложена роль в качестве легкого наполнителя или структурного компонента, но радиационно-защитные свойства еще до конца не изучены.

Возможные композиционные сочетания приводятся в таблице 1.

Таблица 1 - Возможные композиционные сочетания

Компоненты	Роль и преимущества
Суглинок + барит ($\approx 40\%$)	Отличный баланс между герметичностью и γ -защитой
Магнетит в бетон	Увеличение плотности, уменьшение толщины защитного слоя
Бентонит (прессованный + PVA)	Высокий коэффициент ослабления, устойчивость, герметичность
Барит + бетон/другие минералы	Повышенная γ -защита, сочетание с гематитом или магнетитом для обширного спектра

Подобные композиционные материалы могут быть использовано в качестве радиозащитные экраны, стеновые панели (из местного суглинка с добавлением барита).

Тяжелый бетон: использовать местный магнетит, комбинируя с баритом и цементом для медицинских или промышленных объектов.

Уплотнённые глиняные барьеры: прессованный бентонит с PVA может применяться в качестве защитных оболочек для радиоактивных отходов.

Экономический и экологический эффект: снижение затрат на импорт материалов, потенциальное локальное производство, меньшая токсичность по сравнению с традиционным свинцом.

ИМКОНИЯТИ ГИРИФТАНИ МАВОДҲОИ КОМПОЗИТИИ АЗ РАДИАТСИЯ МУҲОФИЗАТКУНАНДА АЗ АШЌИ ХОМИ МАҲАЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

Х.М. Назаров, Д.И. Мирзоев, М.М. Исмадинов, В.Я. Саидзода

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

Тафсири: Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳлили ашғи хомии маҳаллии Тоҷикистон барои истеҳсоли маводи композитии аз радиатсия муҳофизаткунанда оварда шудаанд. Тоҷикистон имконияти ба даст овардани композитҳои самарабахши аз радиатсия муҳофизаткунанда аз ашғи хомии маҳаллӣ доро мебошад. Дурнамои истихроҷи ашғи хомии маҳаллӣ – барит, магнетит, бентонит, санги сангин ва концентрати сурб барои гирифтани маводҳои композитӣ мебошад. Омехтаҳои лоам-барит як варианти олӣ барои монеаҳои герметикӣ мебошанд, бетони вазини магнетитӣ барои сохторҳои муҳофизатии қорҳои паймонӣ, бентонит бо қорқард ва қабати полимерӣ дар ғафсии насти самаранок аст.

Барит ва магнетит ҳамчун γ -хомушкунакҳои пурқувват хизмат мекунад, бентонит герметикӣ ва устувори сохториро таъмин мекунад. Санг ва сурб метавонад нақши дастгирӣ бозад, аммо рушди иловагиро талаб мекунад.

Калидвожаҳо: композит, барит, магнетит, бентонит, гил, санги сангин, концентрат.

POSSIBILITIES OF OBTAINING RADIATION-PROTECTIVE COMPOSITE MATERIALS FROM LOCAL RAW MATERIALS OF TAJIKISTAN

Kh.M. Nazarov, D.I. Mirzoev, M.M. Ismatdinov, V.Ya.Saidzoda

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

Abstract. This review article presents the results of an analysis of local raw materials in Tajikistan for obtaining radiation-shielding composite materials. Tajikistan possesses valuable resources for creating effective radiation-shielding composites. The most promising are barite, magnetite, bentonite, shell rock, and lead concentrates. Clay-barium mixtures are an excellent option for sealed barriers, magnetite heavy concrete is suitable for compact protective structures, and bentonite treated and polymer-coated offers high efficiency with low thickness.

Barium sulfate and magnetite serve as powerful gamma absorbers, while bentonite provides sealing and structural stability. Shell rock and lead can play a supporting role, but require further development.

Key words: composite, barite, magnetite, bentonite, clay (loam), shell rock, concentrate.

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ОТХОДАХ ДИГМАЙСКОГО РАДИОАКТИВНОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА ТАДЖИКИСТАНА

Х.М. Назаров, Х.И. Тиллозода, Ф.Х. Гаффорова, М.А. Зоитова

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

Аннотация: В статье приводятся результаты качественного и количественного анализа радиоактивных отходов Дигмайского уранового хвостохранилища Таджикистана. Отмечено возможность извлечения ценных компонентов и редкоземельных элементов из отходов уранового производства.

Ключевые слова: хвостохранилище, радиоактивные отходы, редкоземельные элементы, тяжелые металлы, кислотные выщелачивание.

Использование радиоактивных отходов (РО) для извлечения редкоземельных элементов (РЗЭ), таких как скандий, европий, гадолиний, диспрозий, иттрий и другие, в настоящее время является актуальной и перспективной задачей в Таджикистане. Эти элементы имеют существенное значения для развития высоких технологий, включая электронику, энергетические системы и даже военных целей и медицинских устройств.

Переработка РО помогает сократить объемы накопленных отходов и уменьшить их негативное воздействие на людей и окружающую среду, имеет в условиях нашей страны первостепенное значение. Согласно имеющимся данным в Таджикистане в 10 радиоактивных хвостохранилищах накоплены свыше 55 млн. тонн РО, из них 36 млн. тонн размещены в Дигмайском хвостохранилище на севере Таджикистана. Извлечение РЗЭ из РО может способствовать снижению зависимости от импорта указанных элементов, что будет положительно оказывать влияние на экономику Таджикистана [1, 2].

Целью данной работы является выявление ценных компонентов РО Дигмайского хвостохранилища и перспективы извлечения РЗЭ методом выщелачивания.

Исследование показывает, что предел обнаружения использованного метода позволило определить четырёх РЗЭ из семнадцати в РО Дигмайского хвостохранилища. Относительно высокое значение отмечено по элементам диспрозия (0,025 % Dy), европия (0,024 % Eu), гадолиния (0,006 % Gd) и скандия (0,0023 % Sc). Остальные РЗЭ находились за пределами обнаружения анализа.

Извлечение РЗЭ предполагается выполнить с помощью растворов серной, азотной и соляной кислоты с использованием высокотемпературной водяной бани (порядка 70-75°C) при постоянном перемешивании магнитной мешалкой (75 об/мин). Далее полученный раствор будет отфильтрован, также проанализирован на спектрометре «Спектроскан МАКС». Для установления оптимальных вариантов содержания РЗЭ в фильтрате после проведения выщелачивания и определения низких затрат реагентов с высоким извлечением, необходимо учитывать несколько ключевых факторов, которые влияют на эффективность процесса. Выбор подходящих реагентов и их концентрация играют важную роль в процессе выщелачивания. По результатам проведенных экспериментов определены оптимальные условия, при которых достигается максимальная эффективность извлечения ценных компонентов при минимальных затратах. После кислотного выщелачивания с разными вариантами образцов, растворы направляются для их экстракции и извлечения оксидов РЗЭ [3, 4].

Присутствие цинка, свинца и ванадия как комплексообразователей и определяются активной подвижностью этих соединений к кислой среде (таблица 1).

Таблица 1 - Содержание тяжелых металлов в РО Дигмайского хвостохранилища

Номер пробы	Определяемые элементы, мг/кг						
	Cu	Zn	Pb	V	Cr	Ni	Co
1	38	332	324	179	70	25	25
2	35	329	324	181	68	22	22
3	38	342	327	173	70	27	25

Среднее	37	334	325	177	69	25	24
---------	----	-----	-----	-----	----	----	----

Другие тяжелые металлы как: хром, медь, кобальт и никель, а также изменения pH (3,4) среды способствуют эффективному выделению определенных элементов из раствора при выщелачивании.

Оптимизация процессов выщелачивания РЗЭ требует комплексного подхода, включающего выбор реагентов, контроля условий реакции и использование современных методов анализа. Оптимальное применение реагентов и современных технологий получения РЗЭ позволят не только извлекать ценные элементы из РО, но и минимизировать экологические риски. Это направление требует проведения дальнейших научно-практических исследований и разработок, чтобы обеспечить безопасность и эффективность процессов переработки РО и извлечения РЗЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирсаидов, И. Радиоактивные хвостохранилища Таджикистана: проблемы и решения / И. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Дж. А. Саломов. – Душанбе: ООО «Аршан», 2022. – 206 с.
2. Иванов, И. И. Определение содержания редкоземельных элементов в отходах радиоактивных материалов / И. И. Иванов // Журнал аналитической химии. – 2020. – Т. 75. – № 3. – С. 245-250.
3. Григорьев, А. Б. Оценка содержания редкоземельных металлов в радиоактивных отходах / А. Б. Григорьев // Проблемы радиационной безопасности. – 2022. – Т. 12. – № 1. – С. 78-85.
4. Федоров, С. С. Технологии извлечения ценных компонентов из радиоактивных отходов / С. С. Федоров // Научные труды МГУ. – 2021. – Т. 89. – С. 112-118.

МАВЌУДИЯТИ КОМПОНЕНТҲОИ АРЗИШНОК ДАР ПАРТОВҲОИ РАДИОАКТИВИИ МАҲФУЗГОҲИ ДЕҲМОИ ТОҶИКИСТОН

Х.М. Назаров, Х.И. Тиллозода, Ф.Х. Гаффорова, М.А. Зоитова

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

Тафсир: Дар мақола натиҷаҳои таҳлили сифатӣ ва миқдорӣ партовҳои радиоактивии маҳфузгоҳи Деҳмай дар Тоҷикистон оварда шудааст. Қайд карда мешавад, ки аз партовҳои истеҳсолоти коркарди маъданҳои уранӣ компонентҳои арзишнок истихроҷ кардан мумкин аст.

Калидвожаҳо: маҳфузгоҳҳо, партовҳои радиоактивӣ, элементҳои нодирзаминӣ, металлҳои вазнин, ишқоронидани кислотагӣ.

CONTENT OF VALUABLE COMPONENTS IN WASTE FROM THE DIGMAI RADIOACTIVE TAILINGS POOL IN TAJIKISTAN

Kh.M. Nazarov, H.I. Tillozoda, F.Kh. Gafforova, M.A. Zoitova

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

Abstract: The article presents the results of qualitative and quantitative analysis of radioactive waste from the Digmai uranium tailings dump in Tajikistan. It is indicated that it is possible to extract valuable components and rare earth elements from uranium production waste. It is noted that the use of modern technologies will not only allow extracting valuable elements from radioactive waste, but also minimize environmental risks.

Key words: tailings, radioactive waste, rare earth elements, heavy metals, acid leaching.

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА ИЗ ФОСФОРИТОВЫХ РУД ЮЖНОГО СКЛОНА ГИССАРСКОГО ХРЕБТА

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистан, г. Душанбе, Республика

Таджикистан, E-mail: ergash76@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследование фосфоритов руд Таджикистана и получение из них фосфатных концентратов. Проведены полевые и литолого-минералогические исследования и выделены типы фосфоритов на изученных месторождениях. Разработана инновационная технология их обогащения.

Ключевые слова: фосфоритовая руда – концентрат – обогащение – разработка безотходной технологии.

Ранее проведёнными исследованиями на месторождениях фосфоритов, связанных с эоценовыми отложениями Средней Азии, были установлены два типа фосфоритовых руд, зернистые и желваковые [1-4]. Проведённые нами полевые и литолого-минералогические исследования подтверждают присутствие выделенных типов фосфоритов и на изученных нами месторождениях.

Зернистые фосфориты на изученных месторождениях встречаются среди известковых песчаников и алевролитов юкарского горизонта, имеющие прибрежно - морской генезис. Они часто с размывом залегают на органогенно- детритовых и глинистых известняках, реже на песчано-глинистых пародах и представляют собой песчаную породу серого цвета с обильной примесью обломочных зёрен фосфатов чёрного, и темно-коричневого цвета (**рис фото**).



Рисунок 1- Костные остатки позвонков (а) и органогенный детрит морского планктона (б).

Проведенный гранулометрический анализ зернистых фосфоритовых руд и просмотр состава полученных фракций под бинокулярным микроскопом показали, что фосфатные зёрна в них представлены в виде плохо сортированных округлых и угловатых форм от 0.2-0.5 мм до 2-5 мм. Количество фосфатных зерен в фосфоритовых рудах колеблется от 15-20% на месторождение Риват и до 25-40% на месторождения Большой Яхдон, Каратаг, Хачильёр и др.

Изучение фосфатных зёрен показали, что они состоят из дроблёного фосфатизированного органогенного детрита морского планктона и зёрен скрытокристаллического фосфата. По сохранившимся характерным фрагментам фосфатизированного органогенного детрита видно, что они состоят из обломков ядер гастропод, пелецепод, игл морских ежей, ядер острокод и костных остатков (зубы и позвонки рыб).

Ранее аналогичный фосфатный органогенный детрит был описан в фосфоритах, встречающихся в эоценовых отложениях Гиссарского, Туркистанского хребтов, и на территории республики Каракалпакстан и Кызылкумов Узбекистана [3,4].

Количество общей терригенной алюмосиликатной и карбонатно-сульфатной примеси в фосфоритах составляет от 60 до 80%. Их песчаная фракция (0.1-0.3 мм) в основном состоит из плохо окатанных зёрен кварца и не большого количество (5-7%) зёрен полевых шпатов и темно-серых кремней. В алевритовой фракции (0.05-0.01 мм) на ряду с глинистыми минералами присутствует кальцит, доломит и гипс содержания которых колеблется от 5 до 15%. Цемент фосфоритовых руд состоит в основном из глинистых минералов гидрослюдисто-монтмориллонитового состава с небольшой примесью пелитоморфного метаколлоидного фосфата. Глинистая фракция (<0.05мм) в пересчете на общую терригенную примесь фосфоритов составляет от 10 до 15% на месторождении Риват и до 20-25 % на месторождениях южного склона Гиссарского хребта (Большой Яхдон, Хочильёр и др.). Химические анализы показали, что в зернистых фосфоритовых рудах южного склона Гиссарского и Туркестанского хребта, содержание P_2O_5 *составляют* от 5 до 17% (табл. 1).

Таблица 1. Средний химический состав продуктивных пластов зернистых фосфоритов месторождений южного склона Гиссарского хребта.

Месторождение И места отбора проб.	Кол-во анализов	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	F ⁻	S _{общ.}	H ₂ O	P ₂ O ₅	Σ _{ком.}
Большой Яхдон (верх. прод. пласт)	15	39,6	10,7	1,07	0,15	0,09	18,3	2,5	0,35	0,35	11,7	1,12	0,37	0,96	12,0	99,26
Камбар (нижн. и верх. продук. пласт)	19	38,5	12,4	0,76	0,18	0,08	18,2	3,8	0,27	0,29	11,2	-	0,42	1,02	12,7	99,82
Хочильёр (нижн. и верх. продук. пласт)	20	39,4	11,1	0,91	0,16	0,07	18,8	3,0	0,33	0,32	11,5	-	0,40	1,15	12,2	99,34

Желваковые фосфориты представлены в виде конкреционных стяжений овальной, эллипсоидальной и реже неправильной формы. Желваки имеют темно-серый и коричневатобурый цвет. Размеры желваков колеблются от 5 мм до 15мм, реже встречаются 30-50 мм и более (рис 1). Желваки обычно цементированы рыхловатым алевролитоглинистым цементом, в которых очень часто встречаются дробленные, целые раковины и ядра фосфатизированных моллюсков. Желваковые фосфориты были обнаружены в подошве основных пластов зернистых фосфоритов, где они образуют мелкие линзообразные прослои небольшой мощности 0.1-0.2 м. Химические анализы показывают, что в отдельных зёрнах желваков количество P_2O_5 составляет - 27-30%, а в смеси с цементирующей их алевролитоглинистой массой - 12-16%.

Присутствие желваковых фосфоритов были обнаружены и описаны ранее в отложениях нижнего эоцена [2].

Изучение вещественного состава фосфоритов изученных месторождений показывают, что они имеют биогенно-хемогенный генезис. Как фосфоритовые руды они сформировались на стадии диагенеза осадков. На это указывает полная фосфатизация примеси карбонатного органогенного детрита в фосфоритовых рудах. Возможно, в последствие сформированные в прибрежно-морских условиях диагенетические фосфоритовые руды подвергались размыву, дроблению, переотложению и обогащению. На это указывают залегание пластов фосфоритов со следами размыва на подстилающих их породах, и установленные повышенные содержания P_2O_5 во вмещающих фосфориты песчано-глинистых породах 1.5-3.5%.

Проведённый гранулометрический анализ фосфоритовых руд ряда месторождений южного склона Гиссарского хребта показывают, что в них фосфатные зёрна в основном приурочены к их крупнопесчаной фракции: от 0.3 до 2мм и более, а зёрна кварца, полевых шпатов и карбонатов в основном к мелко-песчаной и алевроитовой фракции -0.2-0.05 мм. Глинистые минералы накапливаются в тонкой фракции <0.05 мм.

Проведённые контрольные химические анализы показали, что концентрат на сите >1 мм содержит -30-33 % P_2O_5 , концентрат на сите >0.5 мм содержит -26-27% P_2O_5 и концентрат на сите >0.3 мм содержит -20-23 % P_2O_5 . Средневзвешенные содержания на трёх ситах колеблется в пределах 26-28%. Примесными минералами в концентратах являются: кварц 10-15%, полевые шпаты -5-7%, кальцит и доломит до 5%. Проведённые расчёты показывают, что общий выход концентрата на фосфоритовую руду в среднем составляет 33%, с извлечением в концентрат фосфоритовых зерен из руды до 85%.

Изучение фракции 0.25 и >0.05мм, накапливающиеся в поддоне грохота, показали, что они в основном состоят из мелкозернистых зерен кварца -80-85%, полевых шпатов -5-7%, кальцита, доломита до 10% и примеси фосфатных зёрен до 5-8%. Количество этой фракции в пересчете на фосфоритовую руду составляет в среднем 32%.

Проведённые расчеты выхода отмытой глинистой фракции в среднем на исходную фосфоритовую руду составляет 33%.

Проведённый дополнительный химический анализ фосфатных зёрен на пороодообразующие компоненты показали следующий состав (мас.%) – SiO_2 -7.17, Al_2O_3 -0.8, Fe_2O_3 -0.9, MnO -0.09, TiO_2 -0.05, CaO -37.15, MgO -7.96, P_2O_5 -28.3, Na_2O -1.3, K_2O -0.25, CO_2 -5.28, F-2.8, H_2O -5.5. Данные химического анализа показывают, что по содержанию главных минералообразующих компонентов CaO , MgO , P_2O_5 , CO_3 , F, OH подтверждается данные рентгенофазового анализа на существование минералов франколита и курскита в фосфатных зёрнах.

При этом несколько повышенное содержание магния указывают на замещения в структуре фосфатов ионов Ca^{2+} ионами Mg^{2+} за счет проявления изовалентного изоморфизма.

Повышенное содержание оксида кремния SiO_2 очевидно связано присутствием в фосфатных зёрнах тонкозернистого кварца.

В полученных нами концентратах из фосфоритовых руд месторождениях Большой Яхдон и Хочильёр Гиссарского хребта содержание P_2O_5 составляет 26-28.3%.

Следовательно, полученные нами концентраты вполне удовлетворяют по содержанию P_2O_5 получению из них фосфоритовой муки и суперфосфата.

Литература

1. В.Я. Ильяшенко. Фосфориты палеогеновых отложений Центральной части Средней Азии. Ж. Литология и полезные ископаемые. М., №6, 1967., с.45-47.
2. В.В. Олейник. Условия формирования сузакских (нижний эоцен) фосфоритов Таджикской депрессии. Ж. Литология и полезные ископаемые. М., №3, 1969. с.50-59.
3. В.В. Олейник. Фосфориты алайских слоёв (средний эоцен) Гиссаро-Тукестанской горной области. Ж. Литология и полезные ископаемые. М., №3, 1971. с.112-118.
4. М.Д.Джанобилов. Петрографическая характеристика фосфоритовых пород месторождения Риват. -В кн. Вопросы геологии Таджикистана. Вып.4, Душанбе, 1975. с.3-10.

STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND PRODUCTION OF CONCENTRATE FROM PHOSPHORITE ORES OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE GISSAR RIDGE

MAMATOV E.D., VALIEV Y.Ya., KHISAINOV T.Kh.

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation. The paper presents the results of a study of phosphorite ores in Tajikistan and the production of phosphate concentrates from them. Field and lithological-mineralogical studies have been carried out and the types of phosphorites in the studied deposits have been identified. An innovative technology for their enrichment has been developed.

Keywords: phosphorite ore – concentrate – enrichment – development of waste-free technology.

ОМУЌИШИ ТАРКИБИ ХИМИЯВЌИ ВА ГИРИФТАНИ КОНСЕНТРАТ АЗ МАЪДАНҲОИ ФОСФОРИТ ДАР ДОМАНИ ҶАНУБИИ ҚАТОРҚУҲҲОИ ҲИСОР

МАМАТОВ Э. Д., ВАЛИЕВ Ю. Я., ҲИСАЙНОВ Т. Х.

Институти химияи ба номи В.И. Никитин АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар қор натиҷаҳои таҳқиқи фосфоритҳои маъданҳои Тоҷикистон ва аз онҳо гирифтани консентратҳои фосфатӣ оварда шудаанд. Тадқиқоти саҳроӣ ва литологӣ-минералогӣ гузаронида шуда, намудҳои фосфоритҳо дар қонҳои омӯхташуда ҷудо карда шуданд. Технологияи инноватсионии ганисозии онҳо таҳия шудааст.

Калимаҳои калидӣ: маъдани фосфорит консентрат ганисозӣ таҳияи технологияи бекорзагашт.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ И ЭКСТЕНСИВНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗЛОЖЕНИИ БОРОСИЛИКАТНОЙ РУДЫ

МАМАТОВ Э.Д.

Таджикского государственного педагогического Университета имени С. Айни, г. Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail: ergash76@mail.ru

В работе приведены результаты исследования влияния экстенсивных и интенсивных факторов на разложение боросиликатной руды Таджикистана при получении борной кислоты. Проведены минералогические и физико-химические исследования процесса разложения боросиликатной руды. Выделена борная кислота из раствора и изучено её химический состав. Определена методика анализа бора и разработана инновационная технология получения борной кислоты.

Ключевые слова: боросиликатная руда – концентрат – получение борной кислоты – разработка безотходной технологии.

Соединения бора применяют в производстве керамики, оптоволокон, стекловолокон, стекла [1], используют как антипирена для защиты древесины, и входит в составе электролитов для меднения

и никелирования, как люминофор или компонента люминофора для учебных экспериментов по люминесценции веществ [2,3,4].

В медицине бор применяют как дезинфицирующее средство и на ее основе производятся различные комбинированные препараты, и при бор-нейтронозахватной терапии (способ избирательного поражения клеток злокачественных опухолей) [5,6].

Целью работы является изучения механизма и формы нахождения бора в водных растворах и получение борной кислоты из данбуритовых руд месторождения Ак-Архар.

При образовании $B(OH)_3$ бор в результате небольшого размера своего катиона и близости отрицательно заряженного кислорода к положительно заряженному ядру настолько сильно притягивает к себе кислород гидроксид иона, что отрывает его от водорода, образуя при этом анион BO_3^{3-} и $3H^+$, что и обуславливает кислотную диссоциацию. В результате химических реакций H_3BO_3 , теряя молекулу воды, образует метаборную кислоту (HBO_2) и сложные диортоборную ($H_4B_2O_5$) и тетраборную ($H_2B_4O_7$) кислоты, а также еще более сложные изополикислоты [7, 8].

Методами рентгенофазовым, дифференциально-термическим, ИК- спектроскопическим, химическим, элементным и силикатным анализами определены морфологические особенности, фазовый, химический и элементный составы исходных боросиликатной руды, её концентрата и продуктов их разложения соляной, серной, азотной кислотами, газообразным хлором и едким натрием. Доказано, что без предварительного обжига извлечение оксида бора из состава боросиликатной руды и её концентрата получается незначительным. Предварительный обжиг следует проводить при температуре 950-980°C.

В ходе экспериментальных исследований найдены оптимальные условия разложения боросиликатной руды и изучены продукты кислотного, хлорного и щелочного разложения рентгенофазовым, дифференциально-термическим и силикатным методами анализа.

Изучено кинетика процессов, на основе установленной кинетики последовательных реакций под воздействием температуры и продолжительности процесса, рассчитаны соответствующие значения кажущихся констант связей, образованных при кислотном разложении (K_1), хлорировании (K_2) и выщелачивания (K_3). Корректность данного подхода подтверждается достаточно высоким совпадением экспериментальных данных с результатами расчёта теоритического и графического методов кинетических параметров последовательных реакций.

Также установлена корреляция логарифма констант скоростей разложения боро- и алюмосиликатного сырья (lgk) и последовательных реакций оксида алюминия (lgk_1) и бора (lgk_2) от обратной значение абсолютной температуры, что позволили оценить кажущуюся энергию активации ($E(k_1)$, $E(k_2)$ и $E(k_3)$) соответствующих реакций выше указанных процессов.

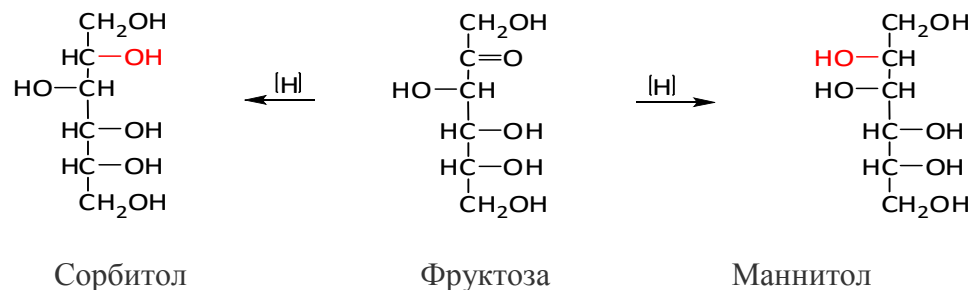
Из экспериментальных исследований найдены оптимальные условия взаимодействия исходных, предварительно обожжённых борсодержащих руд серным, соляным и азотным кислотами, газообразным хлором, едким натрием и разработаны соответствующие принципиальные технологические схемы комплексной их переработки кислотным, хлорным и щелочными способами.

Следует добавить, что из многолетних наших исследований известно, что при анализе бора в водных растворах иногда остается не предсказуемой, поскольку с изменением pH характер бора меняется мгновенно.

Поэтому, не останавливаясь на достигнутом делаем попытку изучения анализа бора при различных pH и приводим сравнению двух используемых нами методов анализа. В первом случае использовали многоатомный спирт- маннит и во втором этиленгликоля.

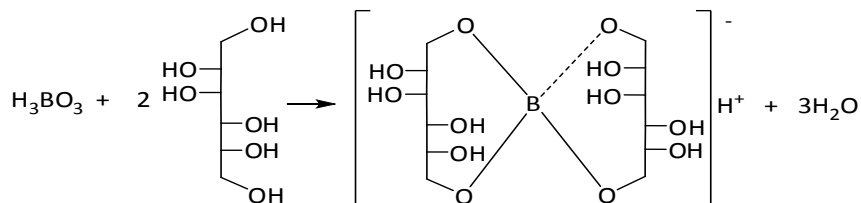
Маннитол (маннит или d-маннит) — это шестиатомный углеводородный спирт из, группы сахаров, который является стереоизомером сорбитола с эмпирической формулой - $C_6H_8(OH)_6$.

Методы синтеза маннита (маннитола) которого приведены ниже по схеме:



После разложения данбуритовой руды оксид бора переходит в раствор в виде борной кислоты и при анализе в присутствии маннита протекает следующая реакция комплексобразования.

Например, данбуритовая руда, реагируя с кислотами (HCl , H_2SO_4 и HNO_3) мгновенно из-за сильной их кислотности образуется борная кислота. Кроме того, борная кислота и маннит ($\text{C}_6\text{H}_8(\text{OH})_6$) могут образовывать стабильный одновалентный анионный комплекс с $\text{pK}_a \approx 4,5$ в кислой среде, что позволяет легче обнаруживать его при обнаружении проводимости (реакции показаны на рис. 1)



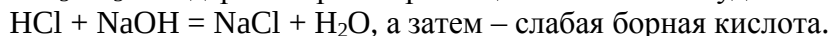
После чего оно титруется, и определим из нее общее содержание извлеченного оксида бора (в виде борной кислоты) из состава данбуритовой руды.

Другая методика заключается в следующем:

определение массу HCl и H_3BO_3 (в,г) в выданной для анализа пробе, используя метод титрования;

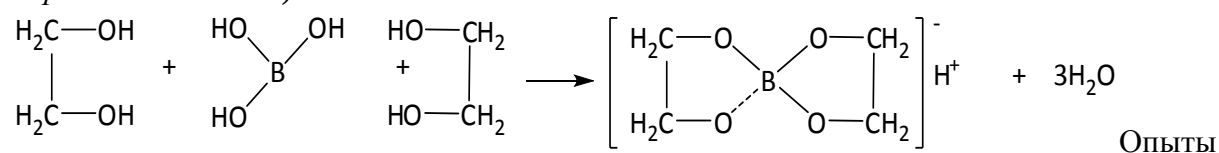
определение массу HCl и H_3BO_3 (в,г) при анализе пробы данбурита, используя метод потенциометрического титрования.

При титровании смеси сильной кислоты HCl и слабой H_3BO_3 стандартным раствором щелочи сначала будет оттитровываться HCl :



Следовательно, борная кислота

должна титроваться без скачка, что делает невозможным ее определение. Однако H_3BO_3 может образовывать более сильные комплексные кислоты с рядом многоатомных спиртов этиленгликолем и др. Поэтому после получения скачка, соответствующего оттитровыванию HCl , в раствор вводят многоатомный спирт и продолжают титрование до получения второго скачка. При этом в растворе протекает реакция (на примере этиленгликоля):



показали, что обе методики являются дееспособными и их можно использовать при анализе оксида бора (и борной кислоты) в различных формах и растворах.

Литература

1. Карапетьянц М. Х. Дракин С. И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия 1994.
2. Реми Г. «Курс неорганической химии» М.: Иностранная литература, 1963
3. Машковский М. Д. Лекарственные средства. - М.: ООО «Новая волна», 2002. -Т. 2. - 608 с. - ISBN 5-7864-0129-4.

4. Бор // Химическая энциклопедия : в 5 т. / Гл. ред. И. Л. Кнунянц. - М.: Советская энциклопедия, 1988. -Т. 1: А-Дарзана. -С. 299. - 623 с. - ISBN 5-85270-008-8.

5. Таскаев С.Ю. Бор-нейтронозахватная терапия рака: на финишной прямой, «Наука из первых рук» №5–6, 2016, стр. 44-56

6.Таскаев С. Ю., Каныгин В. В. Бор-нейтронозахватная терапия. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. 216 с.

7. Маматов Э.Д. Физико-химические основы переработки боросиликатного сырья Таджикистана //Материалы VII-международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы химии товаров и народной медицины» Андижан, Узбекистан. 2020 г. –С. 137-139

8. Маматов Э.Д. Физико-химические аспекты переработки боросиликатного сырья Таджикистана // Научный бюллетень. Серия: Химия, 2020, №3 (47), -С. 43-53

ТАЪСИРИ ОМИЛҲОИ ШАДИД ВА ВАСЕЪ БА ТАҶЗИЯИ МАЪДАНИ БОРОСИЛИКАТ МАМАТОВ Э. Д.

Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар қор натиҷаҳои таҳқиқи таъсири омилҳои экстенсивӣ ва интензивӣ ба вайроншавии маъдани боросиликати Тоҷикистон ҳангоми гирифтани кислотаи бор оварда шудаанд. Таҷқиқоти минералогӣ ва физикию химиявии раванди вайроншавии маъдани боросиликатӣ гузаронида шудааст. Кислотаи бор аз маҳлул ҷудо карда шуда, таркиби химиявии он омӯхта шудааст. Усули таҳлили бор муайян карда шуд ва технологияи инноватсионии гирифтани кислотаи бор таҳия карда шуд.

Калимаҳои калидӣ: маъдани боросиликат концентрат гирифтани кислотаи бор таҳияи технологияи бе партов.

THE INFLUENCE OF INTENSIVE AND EXTENSIVE FACTORS ON THE DECOMPOSITION OF BOROSILICATE ORE MAMATOV E.D.

Tajik State Pedagogical University named after S. Aini, Dushanbe, Republic of Tajikistan

The paper presents the results of a study of the influence of extensive and intensive factors on the decomposition of borosilicate ore in Tajikistan during the production of boric acid. Mineralogical and physico-chemical studies of the decomposition of borosilicate ore have been carried out. Boric acid was isolated from a solution and its chemical composition was studied. A boron analysis technique has been determined and an innovative technology for the production of boric acid has been developed.

Keywords: borosilicate ore – concentrate – production of boric acid – development of waste-free technology.



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ БУРЫХ УГЛЕЙ ТАДЖИКИСТАНА

^{*1}Гайбуллаева З.Х., ²Гадоев Т.Х., ²Рахимов Ф.М., ²Хотамов И.

^{*1}Таджикский технический университет им. академик М.С. Осими, г. Душанбе,
Республика Таджикистан

²ОАО АЗОТ, г. Леваканд, Республика Таджикистан

Аннотация. Разработана технологическая схема получения гуматных удобрений из бурых углей месторождения Шишкат (Таджикистан) с использованием процесса механоактивации с большим локализованным массопереносом.

Ключевые слова: технология, реактор, уголь, температура, процесс, кислота, удобрение.

В Таджикистане осуществляется ускоренное развитие отраслей промышленности, в частности развитие производства минеральных удобрений. Естественно, что это развитие связано не только с количественными, но и качественными изменениями. С переходом на новый, более высокий технический уровень, с внедрением новых методов производства и новой, более совершенной технологии достигаются повышение производительности труда, расширение видов и источников сырья, а также увеличение ассортимента и улучшение качества минеральных удобрений.

Известно [1,2], что бурые угли богаты содержанием гуминовых кислот и широко применяются для получения адсорбентов, горного воска и гуминовых удобрений. Высокое содержание гуматов в составе углей дают возможность их использовать для получения гуминосодержащих веществ. При переработке гуматов состава углей все минеральные примеси состава угля переходят в состав гуматов. Для повышения качества продукта существуют определенные требования при использовании угля в качестве сырья: зольность угля должна быть меньше 13%; массовая доля минеральной фракции, не сообщенной с гуминовыми веществами, более 10%. Такой состав углей позволяет создать интегрированную систему управления питательными веществами при комбинированном применении минеральных и органических удобрений [3].

Исследования по использованию гуминовых кислот состава бурых углей [4], показывают использование механического перемешивания с водой с добавлением гуматного препарата и экстракта из сельскохозяйственной продукции с щелочами. Данные исследования способствуют увеличению скорости получения продуктов и имеют широкий арсенал средств для оптимизации применения их как веществ имеющих широкое применения в народном хозяйстве. В частности, в сельском хозяйстве гуминовые вещества используют для минерального питания, стимулирования роста и развития растений. Однако, в исполнении, технология получения гуминовых веществ является сложной из-за много стадийности технологических процессов.

В связи с этим, с учетом накопленного за последние годы научного и промышленного опыта на базе опытно-промышленной лаборатории производственного предприятия ОАО «АЗОТ» проводили научные исследования с целью разработки ресурсосберегающей мало-энергоёмкой и безотходной технологии переработки гуминовых кислот состава бурых углей Таджикистана для получения гуматных удобрений. В опытно-промышленных условиях полученный продукт оценивался на эффективность, надежность и определения пригодности к массовому выпуску.

В качестве сырья использована проба бурого угля месторождения Шишкат (Таджикистан) следующего состава, масс %: влажность - 0,27; зольность угля -20%; летучие и смолистые вещества – 12,5; содержание гуминовых кислот- 22,7 %; содержание органической массы – 67,23%.

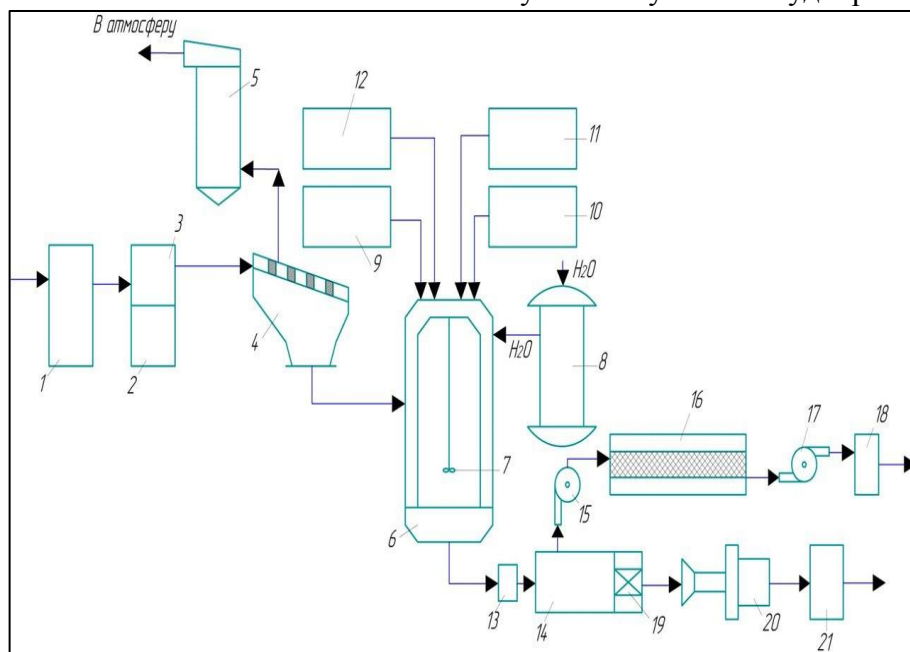
Изучения основывались на получении продукта с использованием процесса механоактивации с большим локализованным массопереносом [5]. Уменьшение размеров поверхности обрабатываемых твердых материалов проб углей проводили способом измельчения на молотковой дробилке и дальнейшим помолом на мельницах. Отличительным свойством, в разработке технологии также являются использование реактора-смесителя для получения массы из торфа и измельчённого угля при использовании высокой температуры (более 45⁰ С). Интенсивное перемешивание в реакторе смесителе способствует активной структурной перестройке, приводящая к изменению отдельных фрагментов макромолекул и количеству функциональных групп в составе гуминовых кислот состава угля. Причиной повышения растворимости гуминовых препаратов является увеличение количества гидрофильных фрагментов в составе угля. Добавление перекиси водорода в процесс перемешивания в реакторе показал положительное влияние на глубокое окисление гуминовых кислот и деструкции угольных частиц, который увеличивает связь карбоксильных групп, связи карбоновых кислот, сложных эфиров, фенолов, связи спиртов и эфиров, водород связанных групп. Обработку смеси проводили за счет использования растворов щелочей из едкого натрия

и калия. В качестве микродобавок использованы минеральные соли из сульфатов цинка и магния, которые необходимы для экстрагирования гуминовых кислот. Полученный готовый продукт в виде суспензии для разделения сливали в отстойник, с целью разделения твердой фазы гуминовой пасты от жидкого гумата калия.

В результате проведенных исследований разработана технологическая схема приведенная на рис.1. Состав полученного вещества рекомендуемого для использования плодородия земель в качестве удобрения характеризуется соотношением: гуминовые вещества= минеральные вещества 66 : 34, в котором содержание компонентов составляет: гуминат натрия и калия – 15,5; карбонаты – 6,0; силикаты – 2,5; сульфиды – 5,0; NiO_2 – 2,0; Fe_2O_3 – 2,5; $\text{TiO}_2 + \text{MgO}_2 + \text{CuO} + \text{ZnO}_2 + \text{ZrO}_3$ – 0,6.

Преимущества предлагаемого способа является высокая производственная мощность в части технологических регламентов основного оборудования в связи с временем полной переработки сырья в продукты за 4,5-5 часов. Положительным в разработанной технологии производства гумата калия и гуминовой пасты является малая энергоемкость технологических процессов и отсутствие отходов.

Рисунок 1. Технологическая схема получения гуматных удобрений из бурых углей



месторождения Шишкат: 1-бункер хранения угля; 2- молотковая дробилка; 3- центробежная мельница; 4- классификатор; 5- циклон очистки углевой пыли; 6- реактор-смеситель; 7- мешалка; 8- водонагреватель; 9- ёмкость хранения торфа; 10- ёмкость хранения перекиси водорода; 11- ёмкость хранения щелочей: NaOH, KOH; 12- ёмкость хранения минеральных добавок: ZnSO_4 , MgSO_4 ; 13- расходомер; 14- отстойник; 15- центробежный насос; 16- пресс-фильтр; 17- центробежный насос; 18- ёмкость хранения гумата калия; 19- винтовой шнек; 20- шаровая мельница; 21- ёмкость хранения гуминовой пасты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черкасова Т.Г., Субботин С.П., Черкасова Е.В., Неведров А.В. Инновационные технологии переработки угля и техногенных отходов в рамках КНТП "Чистый уголь-зелёный Кузбасс». - Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2020, №6, - с. 40-45.
2. Алдашева Н.Т. Получение гуминовых веществ из окислённых углей Узгенского месторождения. - Вестник науки и образования №24 (78), ч. 1, 2019, - с. 26-31.
3. Вотолин К. С. Технологии получения комплексных гранулированных гуматных удобрений и их эффективность / К. С. Вотолин, С. И. Жеребцов // - Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2016, № 6, – с. 169-177.

5. Патент ТЈ № 1614 МПК C05F 11/02. Способ получения гуминсодержащего минерального удобрения /Гайбуллаева З.Х., Шарипов У.Ш, Гадоев Т.Х., Асроров Б.И., Бахриддинзода Ш.Б., Рахимов Ф.М.

^{*1}Gaybullaeva Z.H., ²Gadoev T.H., ²Rakhimov F.M., ²Hotamov I.

² OAO AZOT, Levakand, Republic of Tajikistan

Key words: technology, reactor, coal, temperature, process, humic acids, fertilizer.

МУВОЗИНАТҲОИ ДИВАРИАНТӢ ДАР СИСТЕМАИ БИСӖРКОМПОНЕНТАИ
 $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+} \parallel \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$

М.Т. Жумаев, Д. Солиев

Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар муаррифии қонуниятҳои муқарраршуда дар шакли диаграммаҳои ҳолат (диаграммаҳои комплекси фазавӣ)-и система бо истифода аз шаклҳои геометрии фазои воқеии сеченака [1] ва шинохти фазавии саҳт аз сабаби гуногуншавии онҳо мушкилот вучуд дорад. Усулҳое, ки барои таҳқиқи системаҳои бисёркомпонента таҳия шудаанд [2], истифодаи маҳдуд доранд. Масалан, усули муайянкунии ассосиатсияҳои фазавии системаи «баҳрӣ» Na,K,Mg,Ca||SO₄,Cl-H₂O дар ҳарорати 25 °C, ки аз ҷониби муаллифони корҳои [3] таҳия шудааст ва ба кам кардани энергияи Гиббс асос ёфтааст, имкон медиҳад, ки ассосиатсияҳои эҳтимолии фазавӣ дар системаҳои чоркомпонента ба таври кофӣ муайян карда шаванд.

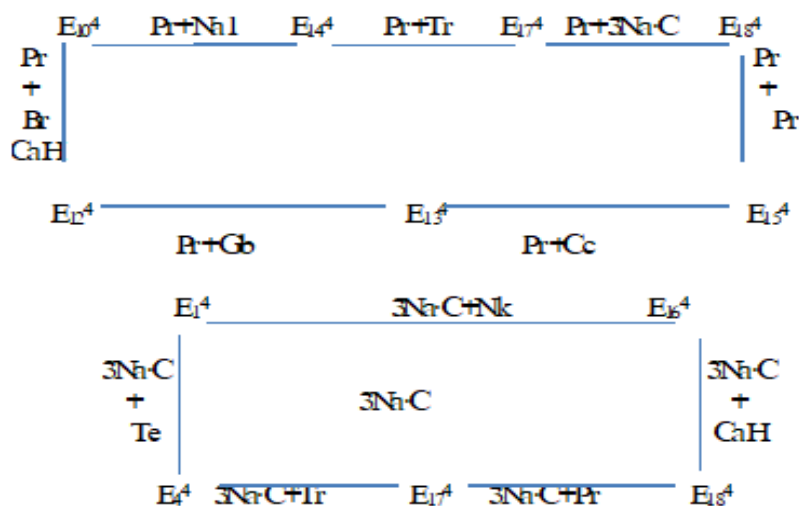
Такая, ба принципи мутобиқат [1], аз ҷониби яке аз асосгузори таҳлили физико-химиявӣ Л. Солиев усули транслятсия [4] барои пешгӯии мувозинатҳои фазавӣ дар системаҳои бисёркомпонента ва баъдан сохтани диаграммаҳои комплекси фазавии онҳо (мувозинатҳои фазавӣ) таҳия гардид. Усули транслятсия аз ҷониби мутахассисон ҳамчун яке аз усулҳои универсалӣ дар таҳқиқи системаҳои бисёркомпонента эътироф шудааст [5]. Ин усул дар таҳқиқи системаҳои панҷкомпонента ва фрагментҳои системаҳои шашкомпонента озмоиши васеъро паси сар кардааст [6, 7].

Таҷрибаи истифодаи усули транслятсия барои таҳқиқи ҷузъҳои системаи панҷкомпонентаи $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+} \parallel \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ [8] нишон дод, ки табиати ташаккули тасвирҳои геометрии дар системаҳои бисёркомпонентӣ гуногун аст.

Маводи мазкур имкониятҳои ташаккулёбии майдонҳои дивариантӣ (мувозинатҳои дивариантӣ)-и системаи панҷкомпонентаи $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+} \parallel \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ дар ҳарорати 100°C , ки бо усули транслятсия муайян карда шудаанд, баррасӣ менамояд. Системаи панҷкомпонентаи мавриди таҳқиқ қарордошта 5 системаи чоркомпонентаро дар бар мегирад [8].

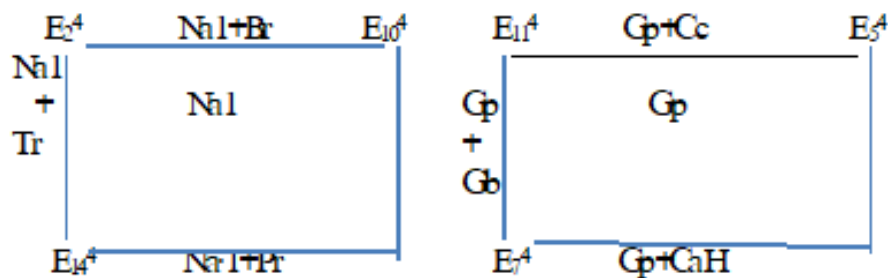
Аз диаграмма [8] дида мешавад, ки майдонҳои дивариантӣ бо миқдори гуногуни нуқтаҳои нонвариантӣ ва хатҳои моновариантӣ маҳдуд шудаанд. Табиист, ки ҳар қадар

нуқтаҳои нонвариантии ва хатҳои моновариантии бештар дар маҳдудсозии майдонҳои дивариантии иштирок кунанд, ҳамон қадар қисмҳои зиёди системаи мавриди таҳқиқро чунин майдонҳо ишғол мекунад. Масалан, дар маҳдудсозии майдони дивариантии бо фазаҳои саҳти мувозинати Pr [8] 7 нуқтаи нонвариантии ва 7 хати моновариантии иштирок мекунад, дар ҳоле ки дар маҳдудсозии майдони дивариантии бо фазаҳои саҳти мувозинати $3Na \cdot C$ панҷ нуқтаи нонвариантии ва панҷ хати моновариантии иштирок мекунад:



Ин нишон медиҳад, ки майдони дивариантии аввал дар шароити зикршуда қисми зиёди системаро ишғол мекунад, назар ба майдони дивариантии дуюм.

Майдонҳои дивариантии бо фазаҳои саҳти мувозинати $Na \cdot I$ ва Gp бо се нуқтаи нонвариантии панҷгона ва ҳамин қадар хатҳои моновариантии маҳдуд шудаанд:



Ин гувоҳи он аст, ки онҳо ба таври алоҳида қисми хеле хурдтари системаи таҳқиқшавандаро дар шароити овардашуда ишғол мекунад, назар ба майдонҳои дивариантии бо фазаҳои саҳти мувозинати Pr ва $3Na \cdot C$.

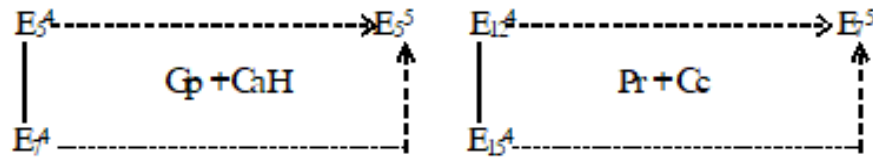
Ҳангоми гузаштани система аз сатҳи чоркомпонента ба сатҳи панҷкомпонента (масалан, бо илова кардани компоненти панҷум ба яке аз системаи чоркомпонента), табдилёбии шаклҳои геометрии системаҳои чоркомпонента бо транслятсияи минбаъдаи онҳо ба сатҳи таркиби панҷкомпонента ба амал меояд. Баъдан, шаклҳои геометрии транслятсияшуда дар ташаққули элементҳои сохтори диаграммаи системаи таҳқиқшаванда дар сатҳи панҷкомпонента иштирок мекунад.

Мувофиқи принципи мувофиқат [1, 2], бо муттаҳид кардани шаклҳои геометрии майдонҳои чоркомпонента ва панҷкомпонентаи системаи $Na^+, Ca^{2+} || SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^- - H_2O$ дар $100^\circ C$, мо диаграммаи муттаҳидшудаи комплекси фазавии онро ба даст меорем [8].

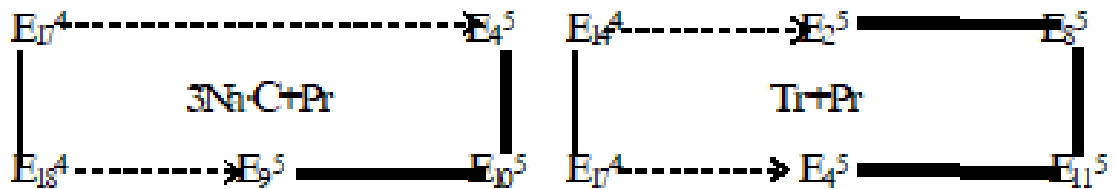
Ташаққули майдонҳои дивариантии дар сатҳи таркиби панҷкомпонента бо ду роҳ амалӣ мегардад. Роҳи аввал ба транслятсияи хатҳои моновариантии сатҳи таркиби чоркомпонента ба сатҳи таркиби панҷкомпонента алоқаманд аст. Роҳи дуюм бо маҳдудсозии сатҳи система бо нуқтаҳои нонвариантии панҷгона ва хатҳои моновариантии, ки дар байни онҳо мегузаранд, алоқаманд аст.

Майдонҳои дивариантӣ, ки дар натиҷаи транслятсияи хатҳои моновариантӣ сатҳи таркиби чоркомпонента ба сатҳи таркиби панҷкомпонента ба вуҷуд омадаанд, метавонанд чунин маҳдуд шаванд:

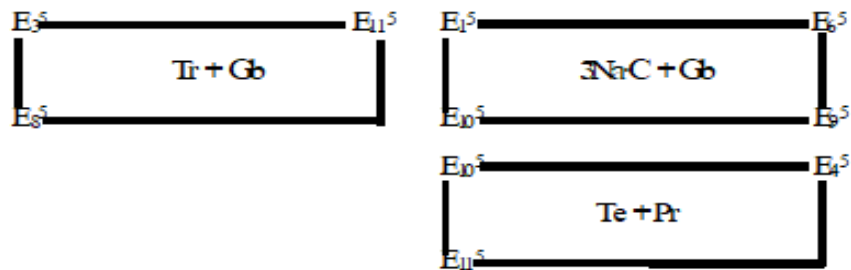
а) Нуқтаҳои нонвариантӣ панҷкомпонента – хатҳои моновариантӣ, ки дар байни онҳо мегузаранд ва дар натиҷаи транслятсияи нуқтаҳои нонвариантӣ чоргона ба вуҷуд омадаанд. Мисол:



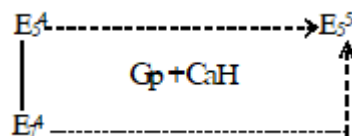
б) Нуқтаҳои нонвариантӣ панҷкомпонента – хатҳои моновариантӣ, ки дар байни онҳо мегузаранд – хатҳои моновариантӣ, ки дар натиҷаи транслятсияи нуқтаҳои нонвариантӣ чоркомпонента ба вуҷуд омадаанд – нуқтаҳои нонвариантӣ панҷкомпонента – хатҳои моновариантӣ, ки дар байни онҳо мегузаранд. Масалан:



Таҳлили сохтори диаграммаи комплекси фазавии системаи $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+} || \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ дар 100°C нишон медиҳад, ки бо роҳи дуюм се (3) майдони дивариантӣ ташаккул меёбанд ва онҳо контурҳои зерин доранд [8]:



Принсипҳои ташаккули шаклҳои геометрӣ, бахусус майдонҳои дивариантӣ, на танҳо барои фаҳмидани қонуниятҳое, ки сохтори диаграммаи системаҳои химиявӣ бисёркомпонентаро муайян мекунанд, балки барои ҳалли масъалаҳои амалӣ, махсусан ҳангоми муайян кардани роҳҳои имконпазири кристаллизатсияи фазаҳои саҳт, ниҳоят муҳиманд. Масалан, агар нуқтаи фигуративии таркиби фрагменти гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) системаи мавриди таҳқиқ дар 100°C дар оғози бухоршавии изотермӣ дар майдони дивариантӣ ҷойгир бошад.

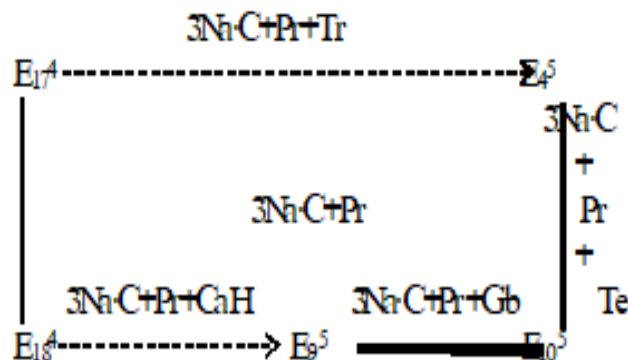


он ду имконият (аз рӯйи шумораи хатҳои моновариантии сатҳи таркиби панҷкомпонента, ки ин майдонро маҳдуд мекунанд) барои идомаи роҳи кристаллизатсия вучуд дорад:

а) дар самти хати моновариантии E_5^4 -- E_5^5 , ки пас аз расидан ба он Gb (глауберит) ҳамчун фазаи чоруми саҳти мувозинатӣ кристаллизатсия мешавад; б) дар самти хати моновариантии E_7^4 -- E_5^5 , ки пас аз расидан ба он Cc (калсит) ҳамчун фазаи чоруми саҳти мувозинатӣ кристаллизатсия мешавад.

Баъдан, роҳи кристаллизатсия дар нуқтаи нонвариантии E_5^5 бо фазаҳои саҳти мувозинатии Gr+Cc+CaH+Gb ба итмом мерасад.

Ҳангоми ҷойгиршавии нуқтаи фигуративии таркиби омехта дар майдони диварианти



имкониятҳои роҳҳои кристаллизатсияи фазаи чоруми саҳти мувозинатӣ сето мешаванд (аз рӯйи шумораи хатҳои моновариантии сатҳи таркиби панҷкомпонента). Сипас, роҳи кристаллизатсия дар яке аз се нуқтаи нонвариантии панҷгона ба итмом мерасад.

Масалан, ҳангоми расидан ба хати моновариантии $E_{17}^4E_4^5$ дар роҳи кристаллизатсия, фазаи сеюми саҳти мувозинатӣ Tr (трона) хоҳад буд ва кристаллизатсия дар нуқтаи нонвариантии E_4^5 бо фазаҳои саҳти мувозинатии $3Na·C+Pr+Tr$ ба итмом мерасад. Ҳангоми расидан ба хати моновариантии $E_{18}^4E_9^5$ дар роҳи кристаллизатсия, фазаи сеюми саҳти мувозинатӣ CaH (калсий гидрокарбонат) хоҳад буд ва кристаллизатсия дар нуқтаи нонвариантии E_9^5 бо фазаҳои саҳти мувозинатии $3Na·C+Pr+CaH$ ба итмом мерасад.

Адабиёт

1. Горощенко, Я.Г. Основные направления в методологии физико-химического анализа сложных и многокомпонентных систем (К 125-летию Н.С.Курнакова) / Я.Г. Горощенко, Л. Солиев // Журнал неорганической химии АН СССР. -1987. -Т.32. -№ 7. -С.1676-1681.
2. Посыпайко В.И. Методы исследования многокомпонентных солевых систем / В.И. Посыпайко. -М.: «Наука», -1978. -256с.
3. Harvie, C.F. The prediction of mineral solubilities natural water the Na-K-Mg-Ca-Cl-SO₄-H₂O / C.F. Harvie, J.H. Weare // Geochem at Cosmochim Acta. -1980. -V. 44. -№ 7. -PP. 981-987.
4. Солиев, Л. Прогнозирование строения диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных водно-солевых систем методом трансляции. М.: 1987. 28с. Деп. В ВИНТИ 20.12.87г. №8990- В87.
5. Soliev, L. Phase Equilibria in the Na,K,Mg,Ca||SO₄,Cl-H₂O system at 50 °C in the astrakhanite Crystallization region / L. Soliev // Russ. J. Inorg. Chem. -2013. -V. 58. -№ 5. -PP. 585-589.
6. Солиев, Л. Прогнозированные фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции / Л. Солиев. Кн. 2. —Душанбе: «Шучоён». -2011. -147с.

7. Солиев, Л. Прогнозированные фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции / Л. Солиев. Кн. 3. —Душанбе: «Эр-Граф». - 2019. -232с.

8. Soliev, L. Phase complex of the system $\text{Na,Ca}||\text{SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ at 100°C / L. Soliev, M.T. Jumaev // *Chimica Techno Acta*. -2020. -Vol.7. -№2. -PP. 71-80.

EQUILIBRIA OF DIVARIANT FIELD IN MULTICOMPONENT SYSTEMS OF Na^+ , $\text{Ca}^{2+}||\text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$

The structure of the phase complex of the multicomponent system $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+}||\text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ at 100°C was investigated using the translation method. The study shows the options for the formation of divariant equilibria (divariant fields) during the transition of the system from a four-component to a five-component state, as well as the possible crystallization pathways of solid phases.

Key words: multicomponent systems, translation method, phase equilibria, geometric images.

МУВОЗИНАТҲОИ ДИВАРИАНТӢ ДАР СИСТЕМАИ БИСӖРКОМПОНЕНТАИ $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+}||\text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$

Сохтори комплекси фазагии системаи бисӖркомпонентаи $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+} || \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ дар 100°C бо усули транслятсия таҳқиқ гардид. Таҳқиқот имкониятҳои ташаккули мувозинати дивариантӣ (майдонҳои дивариантӣ)-ро ҳангоми гузариши система аз ҳолати чор- ба панҷкомпонентӣ, инчунин роҳҳои эҳтимолии кристаллизатсияи фазаҳои сахтро нишон медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: системаҳои бисӖркомпонента, усули транслятсия, мувозинати фазагӣ, ифодаҳои геометрӣ.

ДИВАРИАНТНЫЕ РАВНОВЕСИЯ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+}||\text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$

Исследовано строение фазового комплекса многокомпонентной системы $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+} || \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 100°C методом трансляции. Показаны варианты формирования дивариантных равновесий (дивариантных полей) при переходе системы из четырёхкомпонентного в пятикомпонентное состояние и возможные пути кристаллизации твёрдых.

Ключевые слова: многокомпонентные системы, метод трансляции, фазовые равновесия, геометрические образы.

УДК: 541. 123.6

ФАЗООБРАЗОВАНИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ В СИСТЕМЕ $\text{Na,Mg}||\text{SO}_4,\text{F-H}_2\text{O}$ ПРИ 0°C

Шерзоди С., Низомов И., Солиев Л.

Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Исследуемая четырехкомпонентная система $\text{Na,Mg}||\text{SO}_4,\text{F-H}_2\text{O}$ является составной частью более сложной шестикомпонентной системы $\text{Na,K,Mg,}||\text{SO}_4,\text{CO}_3,\text{F-H}_2\text{O}$, фазовые равновесия в которой определяют условия утилизации природного и технического сырья, в том числе жидких отходов алюминиевого производства [1]. Следует отметить, что фториды сульфаты и карбонаты натрия, калия и магния могут использоваться в процессах газоочистки для получения регенерационного криолита из жидких отходов производства алюминия и разработать оптимальные условия комплексной переработки полиминерального природного сырья [2].

В настоящей работе рассмотрены результаты исследования фазообразования и растворимость системы $\text{Na,Mg}||\text{SO}_4,\text{F-H}_2\text{O}$ при 0°C методом массцентрический с целью установления концентрационных параметров положения геометрических образов системы

на диаграмме и соотношения полей кристаллизации индивидуальных равновесных твёрдых фаз.

Ранее [3] нами методом трансляции были исследованы фазовые равновесия в системе $\text{Na,Mg}||\text{SO}_4,\text{F-H}_2\text{O}$ при 0 °С и построена её замкнутая фазовая диаграмма.

Равновесными твёрдыми фазами исследуемой системы при 0°С являются: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$ (Мб); NaF-вильомит (Во); $\text{MgSO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$ -(Мг $\times$ 12H₂O) и Селлаит-(MgF₂) [4,5].

Для опытов были использованы следующие реактивы: Na_2SO_4 -(ч); MgSO_4 -(хч); MgF_2 -(х.ч) и NaF -(ч).

Опыты проводили по следующей схеме. Исходя из данных [4,5] предварительно были приготовлены смеси осадков с насыщенными растворами, соответствующие неинвариантным точкам составляющих исследуемую четырехкомпонентную систему трехкомпонентных систем: $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-NaF-H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$; $\text{MgSO}_4\text{-MgF}_2\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{MgF}_2\text{-NaF-H}_2\text{O}$ при 0°С. Затем, исходя из схемы трансляции неинвариантных точек уровня трехкомпонентного состава на уровень четырехкомпонентного состава приготовленные насыщенные растворы с равновесными твёрдыми фазами смешивали и термостатировали при 0 °С до достижения равновесия.

Термостатированные проводили в ультратермостате У-8. Перемешивание смеси осуществляли с помощью магнитной мешалки РД – 09 в течении 80-100 часов. Температура поддерживалась с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ с помощью контактного термометра. За кристаллизацией твёрдых фаз наблюдали с помощью микроскопа «ПОЛАМ-Р 311». После достижения равновесия в системе равновесные твёрдые фазы сфотографировали цифровым фотоаппаратом «SAMSUNG Galaxy A-34». Достижение равновесия устанавливалось по неизменности фазового состава осадков. Отделение жидкой и твёрдой фазы осуществляли с помощью вакуумного насоса через обеззоленную (синяя лента) фильтровальную бумагу на воронке Бюхнера. Осадок после фильтрации промывали 96 %-м этиловым спиртом и высушивали при 120 °С. Химический анализ продуктов проводили по известным методикам [6-8].

Результаты кристаллооптического анализа [9] равновесных твёрдых фаз (микрофотографии) представлены на рис. 1, а результаты химического анализа насыщенных растворов приведены в табл. 1.

Таблица 1. - Растворимость в узловых (неинвариантных) точках системы $\text{Na,Mg}||\text{SO}_4,\text{F-H}_2\text{O}$ при 0°С

№ точки	Состав насыщенного раствора, масс %					Фазовый состав осадков
	Na_2SO_4	MgSO_4	NaF	MgF_2	H_2O	
e ₁	7.76	-	-	-	92.24	Мб
e ₂	-	25.5	-	-	74.5	Мг·12
e ₃	-	-	3.57	-	96.43	Во
e ₄	-	-	-	0.0002	99.998	Сел
E ₁ ³	10.19	11.92	-	-	77.89	Мб+Мг·12
E ₂ ³	2.45	-	3.36	-	94.19	Мб+Во
E ₃ ³	-	8.4	-	0.0012	91.60	Мг·12+Сел
E ₄ ³	-	-	0.624	0.0017	99.38	Во+Сел
E ₁ ⁴	2.92	-	1.64	0.0056	95,43	Мб+Во+Сел
E ₂ ⁴	2.92	7.175	-	0.0071	89,9	Во+Сел+Мг·12

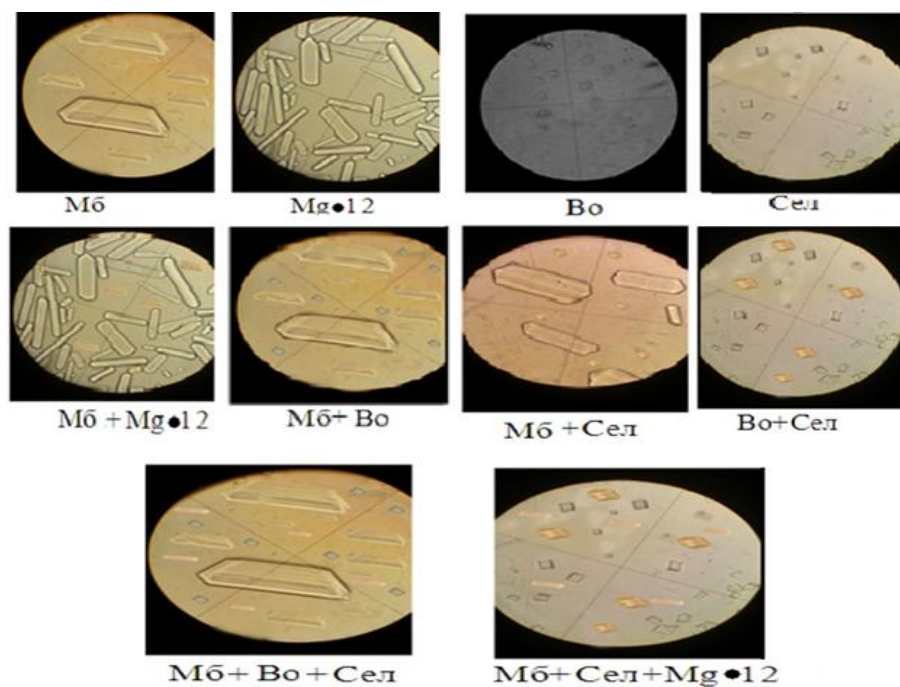


Рис.1. Микрофотографии равновесных твёрдых фаз системы Na,Mg||SO₄,F-H₂O при 0⁰C.

На основании данных табл. 1, частично заимствованных из литературы [10], нами впервые построена диаграмма растворимости четырёхкомпонентной системы Na,Mg||SO₄,F-H₂O при 0 °C, которая представлена на рисунок 2. а) водно-солевая часть, б) солевая часть.

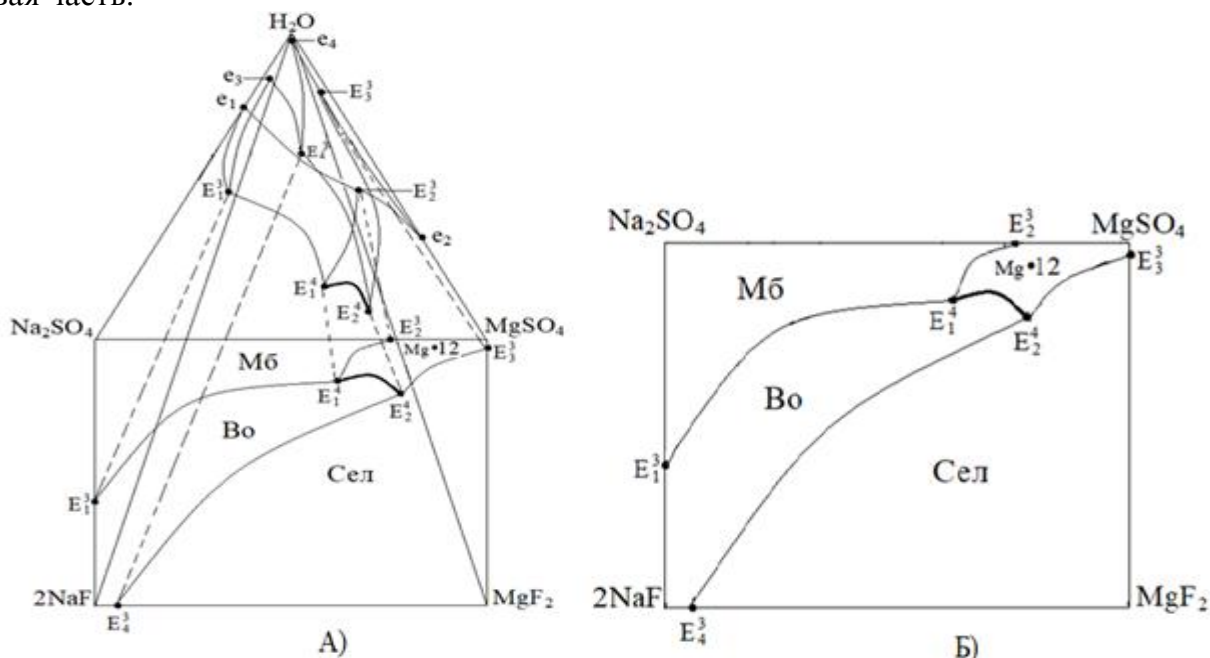


Рис. 2. Диаграмма растворимости системы Na,Mg||SO₄,F-H₂O при 0⁰C:
а) водно-солевая часть, б) солевая часть.

Как видно из рис. 2 б), поле кристаллизации Сел – селлаит (MgF₂) занимает значительную часть диаграммы, что указывает на его малую растворимость, по сравнению с другими твёрдыми фазами, в данных условиях.

Таким образом, результаты исследования фазообразования и растворимости в системе Na,Mg||SO₄,F-H₂O при 0 °C и построение её диаграммы показывает, что поле кристаллизации селлаита (MgF₂) при данных условиях, занимает значительную часть диаграммы, что связано с её малой растворимостью. Полученные данные могут быть

использованы при регенерации жидких отходов промышленного производства алюминия, содержащих сульфаты и фториды натрия и магния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрматов А. Г., Мирсаидов У. М., Сафиев Х. С., Азизов Б. Утилизация отходов производства алюминия. –Душанбе: -2006. -62 с.
2. Мирсаидов У.М., Исмадинов М.Э., Сафиев Х.С. Проблемы экологии и комплексная переработка сырья и отходов производства. –Душанбе: «Дониш», -1999. -53с.
3. Шерзоди С., Солиев Л., Низомов И. Фазовые равновесия в системе $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ при 0 и 25°C. Вестник Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни, -2021. -№ 10-11 -С. 93-97.
4. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. -2003. –Т. 1. -кн.1- 2. -1152 с.
5. Справочник экспериментальные данные по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. -2004. –Т. 2. -кн. 1-2. -1248 с.
6. Крешков А. П. «Основы аналитической химии», -Л; Изд. «Химия». -1970. -Т.2. - 456 с.
7. Анализ минерального сырья (под общей ред. Книпович Ю. Н., Морачевского Ю. В). Изд. «Госхимиздат». Л. 1959. 947с.
8. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. Изд. «Недра». -М. -1970. -488с.
9. Татарский В. Б. «Кристаллооптика и иммерсионный метод анализа веществ». -Л. ЛГУ. -1948, -268с.
10. Горощенко Я. Г. Массцентрический метод изображения многокомпонентных систем. Киев. «Наукова думка». 1982, 264 с.

ФАЗООБРАЗОВАНИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ В СИСТЕМЕ $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ ПРИ 0 °C

В статье рассмотрены результаты изучения фазообразования и растворимости в невариантных точках системы $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ при 0 °C и строение её диаграммы растворимости при данной температуре.

Ключевая слова: диаграмма, система, невариантная точка, кристаллооптический анализ.

ФАЗАҲОСИЛШАВӢ ВА ҲАЛШАВАНДАГИИ СИСТЕМАИ $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ ДАР ҲАРОРАТИ 0 °C

Дар мақола натиҷаи омӯзиши фазаҳосилшавӣ ва ҳалшавандагӣ дар нуқтаҳои невариантии системаи $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ барои ҳарорати 0 °C оварда шуда, диаграммаи ҳалшавандагии он дар ҳарорати додашуда сохта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: диаграмма, система, нуқтаи неварианти, таҳлили кристаллооптикӣ.

PHASE FORMATION AND SOLUBILITY IN THE $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ SYSTEM AT 0 °C

This article presents the results of studying the In manuscript the solubility at invariant points of the $\text{Na,Mg||SO}_4\text{,F-H}_2\text{O}$ system at 0°C and constructing its solubility diagram at this temperature.

Key words: diagram, system, invariant point, chemical analysis - crystal optical analysis.

.....

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЮРСКИХ КАМЕННЫХ УГЛЯХ ОТ СТАДИИ ИХ УГЛЕФИКАЦИИ

Институт химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика
Таджикистан, Адрес корреспонденции: hamdamikabk@mail.ru

В материале рассматриваются закономерности распределения микроэлементов в каменных углях юрского возраста, южных и юго-западных отрогов Гиссарского хребта. В них установлены различные марочные типы углей, от марки Д до марки А, которые обусловлены степенью их метаморфизма.

Ключевые слова: уголь, гуминовые кислоты, гуматы, геохимия.

Для изучения форм нахождения и закономерностей распределения микроэлементов в каменных углях от стадии их углефикации, были выбраны каменные угли юрского возраста южных и юго-западных отрогов Гиссарского хребта. На этих территориях нашими, ранее проведенными углехимическими исследованиями в юрских угольных отложениях были установлены различные марочные типы углей [1]. В северо-восточной части Гиссарского хребта на угольных месторождениях Ханака, Ташкутан, Шаргунь и др. были установлены марки –Д, ГЖ, далее в юго-западном направлении угли постепенно переходят в более высокие марки от ОС (м-р. Санджар) до Т, ПА и А (м-р. Туода и Вандоб). Постепенное повышение марочных типов углей в этих регионах объясняется степенью их метаморфизованности, погружением юрских угленосных отложений под мощную толщу мезокайнозойских отложений, достигающих 7000 м и более. Следовательно, изучение геохимии редких элементов в этих разномарочных каменных углях, сформированных в едином бассейне, являются уникальными геохимическими объектами.

На этих месторождениях проведенные нами детальные литолого-фациальные исследования терригенно-угленосной формации показали, что они накапливались в континентальных и морских фациальных условиях [2]. При этом было установлено, что угленосные пласты формировались в результате зарастания и заболачивания пойменных участков речных долин, мелких и крупных озёрных водоёмов, развитых на пойме речных долин, дельтовых участках крупных рек и прибрежных равнинах морского бассейна, при кратковременных регрессиях морских вод.

Сравнительный анализ содержаний микроэлементов в различных марочных типах углей и особенно между их гуминовыми кислотами и остаточными гуматами в углефикационном ряду, может дать информацию о закономерностях распределения микроэлементов от процессов их углефикации. Эти геохимические данные имеют большой интерес не только для изучения форм нахождения микроэлементов в каменных углях, но и оценки их металлоносности и их технологических свойств.

Для этого нами отобранные образцы различных марок углей были в начале подвергнуты углехимическим исследованиям. Исходные пробы в начале обрабатывались 2% HCl и далее спирто- бензольной смесью 1:1 для выделения из углей битумов. Энтбитуминированный уголь далее подвергался обработке 0,1 N раствором едкого натрия для выделения гуминовых кислот и остаточного гумина. Полученные из угольных проб различные фракции подвергались элементарному анализу на (C,H,N,O). Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержания Си Н в гуминовых кислотах и гуминах исследуемых углей в %

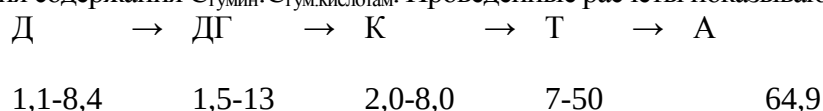
Разрез и № проб	стадия углефикации	Гуминовые кислоты				Гумин			
		Выход в %	С	Н	С/Н	Выход в %	С	Н	С/Н
Шаргун №6	Д	14,0	54,6	4,2	13,00	84	76,6	4,4	17,4

Хауз №3	ДГ	16,2	53,9	4,6	11,7	77,3	69,2	3,5	19,8
Ташкутан №4	КЖ	10,0	49,5	3,5	14,1	90,3	60,01	3,9	15,4
Санджар №2	ОС	13,8	76,6	3,5	22,0	74,3	79,0	6,8	12,5
Туода №5	Т	0,25	62,5	5,0	12,5	98,6	82,6	5,1	16,9
Вандоб №1	А	0,25	78,4	3,5	22,4	95,2	85,3	4,3	19,8

Как видно из этих данных, от низких марок углей стадии Д до А (антрацитов) закономерно уменьшаются содержания выхода гуминовых кислот от 14% до 0,25% и увеличение гуматов от 74% до 95 % и более. При этом степень конденсированности (С/Н) гуминовых кислот и гуматов от низких марок (Д) к высоким маркам возрастают. Эти данные свидетельствуют о том, что на начальных стадиях углефикации происходит существенные изменения органического вещества углей. Эти факты могут оказать влияние на поведение содержаний микроэлементов в гуминовых кислотах и гуминах изучаемых углей. В связи с этим нами было проведено изучения содержания некоторых порообразующих (Fe, Ti, Mn,) и ряда редких элементов (Rb, Sr, Ba, Ga, Sn, Zr, Hf, U, Th, Ge, As, Nb, W, Mo) в выше изученных пробах углей и выделенных из них органических компонентах.

Анализ редких элементов производился рентгено-флуорисцентным методом на приборе VRA-2 (производство Германии). Придел обнаружения элементов составляет от 10^{-5} до $10^{-3}\%$, относительная воспроизводимость 2-5%. Содержание элементов в пробах углей и выделенных органических компонентах приводится в таблице 2.

Анализ полученных данных показывает, что содержание некоторых макро, и ряда микроэлементов в гуминовых кислотах и их гуматах контролируются стадией их углефикации. На это указывает отношения содержания $C_{\text{гумин}}:C_{\text{гум.кислотам}}$. Проведенные расчеты показывают, что в ряду:



происходит постепенное возрастание величин отношения $C_{\text{гумин}}:C_{\text{гум.кислотам}}$ от марки Д от 1,1 до марки А до 64,9 (см. таблицу 2)

Содержание элементов в гуминовых кислотах, остаточном угле и в исходном каменом угле (в $10^{-4}\%$) на их органическую часть.

Наз. и м-ка угля	Ком.угля	Fe	Ti	Mn	Rb	Sr	Ba	Ga	Sn	Zr	Hf	U	Th	Ge	As	Nb	W	Mo
Шаргун Пр.№4 Д	Исходный уголь	50	150	1.0	5.3	33	15	0.85	0.24	19	0.17	0.77	0.93	0.09	0.20	0.85	0.11	0.06
	Гумин. кислота	20	60	0.55	1.7	7	6	0.33	0.09	9	0.07	0.31	0.32	0.03	0.08	0.37	0.04	0.03
	Остаточ.уголь	30	70	0.45	3.6	17	9	0.52	0.13	10	0.10	0.45	0.61	0.06	0.12	0.48	0.07	0.03
Хауз Пр.№3 ДГ	Исходный уголь	1300	1000	8.4	15	14.4	35	2.6	0.71	56	0.77	0.75	3.6	0.31	0.73	3.0	0.24	0.20
	Гумин. кислота	1100	200	1.0	3	12.1	2	0.4	0.10	4	0.33	0.10	0.5	0.05	0.17	0.8	0.02	0.04
	Остаточ.уголь	200	800	7.4	12	2.3	34	2.2	0.51	52	0.44	0.65	3.1	0.26	0.56	2.2	0.22	0.12
Ташкутан пр. №4 КЖ	Исходный уголь	2600	2600	16	50	34	143	8.4	2.5	210	2.3	3.04	11.8	0.9	2.42	6.5	0.3	0.2
	Гумин. кислота	300	300	3	5	8	42	2.3	0.7	20	0.3	0.4	3.7	0.23	0.76	1.8	0.01	0.05
	Остаточ.уголь	500	2300	13	33	23	101	5.1	1.5	190	2.0	1.8	8.1	0.67	1.65	4.0	0.20	0.1
Санджар Пр.№2 ОС	Исходный уголь	900	500	5.8	14.2	72.2	36.5	2.4	0.7	38	0.53	1.37	2.68	0.24	0.64	1.40	0.17	0.14
	Гумин. кислота	700	100	0.8	2.0	4.5	16.2	0.5	0.3	6	0.10	0.10	0.94	0.05	0.24	0.34	0.06	0.02
	Остаточ.уголь	100	300	4.1	7.9	25.9	29.3	1.3	0.5	31	0.30	0.75	1.14	0.15	0.40	0.80	0.11	0.07
Туода Пр.№5 Т	Исходный уголь	2400	700	5.7	16	47	42	2.5	0.7	54	0.8	1.2	3.4	0.3	0.6	2.6	0.3	0.2
	Гумин. кислота	20	20	0.15	0.3	0.2	3.2	0.25	0.19	0.9	0.02	0.02	0.24	0.03	0.05	0.08	0.01	0.005
	Остаточ.уголь	2000	500	2.5	12	20	35	2.0	0.51	45	0.5	0.33	2.8	0.20	0.5	2.0	0.2	0.1
Вандов Пр.№1 А	Исходный уголь	360	220	2.1	6.7	9.6	15.6	1.2	0.26	23.4	0.21	0.53	1.14	0.11	0.33	0.65	0.12	0.04
	Остаточ.уголь	270	180	2.1	6.5	7.5	15.4	0.75	0.22	19.2	0.20	0.45	1.03	0.08	0.26	0.43	0.16	0.05

При этом установлено, что в гуминовых кислотах с повышением их степени конденсированности (С/Н) средние содержания элементов уменьшаются, а для гуминов наблюдается прямая зависимость между содержаниями элементов и степени их конденсированности. В работе [3] было показано, что гумины характеризуются более высоким содержанием свободных органических радикалов по сравнению с гуминовыми кислотами, что отражается более высоким содержанием в них ПМЦ в 2 и более раз выше в гуминах по сравнению с гуминовыми кислотами. Поэтому не исключено, что в стабилизации свободных радикалов в гуминах определённую роль играют очевидно микроэлементы образующие в них комплексные металлоорганические соединения.

На основании полученных данных можно сделать следующие заключение:

Полученные данные показывают, что в результате повышения стадий метаморфизма углей в них происходит перераспределение микроэлементов в органической части за счет новообразования комплексных металлоорганических соединений. При этом выноса элементов из органических веществ углей не наблюдается.

Литература

1. Валиев Ю.Я., Пачаджанов Д.Н., Адамчук И.П., Геохимия бора юрских углях Гиссарского хребта., Доклады АН Тадж ССР. №1 том.20. 1977 стр. 57-60
2. Валиев Ю.Я. Геохимия бора в юрских отложениях Гиссарского хребта. М.Наука 1977, 152стр.
3. Riffaldi R., Schuitrer V- Soil sei sos. Amer. Prac. V.36, 1972 pp. 301-305

ОМУЗИШИ ВОБАСТАГИИ МИҚДОРИ МИКРОЭЛЕМЕНТҲО ДАР АНГИШТСАНГҲОИ ЮРАВИ АЗ ДАВРАИ АНГИШТБАРҚАРОРШАВИИ ОНҲО

Валиев Ю.Я., Кабгов Х.Б.

*Институти кимиёи ба номи В.И.Никитин АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе,
Ҷумҳурии Тоҷикистон*

Дар мақола шакли паҳншавии микроэлементҳо дар ангиштҳои давраи юра, ки дар доманакӯҳҳои ҷанубӣ ва ҷанубу-ғарбии қаторкӯҳҳои Ҳисор баррасӣ карда мешавад. Навъҳои гуногуни ангиштҳо аз маркаи Д то маркаи А муайян карда шудаанд, ки аз руи дараҷаи метаморфизм муайян карда мешаванд.

Калидвожаҳо: ангишт, кислотаи гуминов, гуматҳо, геохимия.



БАХШИ 2 - МАВОДҲОИ ОРГАНИКӢ ВА ҒАЙРИОРГАНИКӢ БО ХОСИЯТҲОИ ДОДАШУДА СЕКЦИЯ 2 – ОРГАНИЧЕСКИЕ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

РЕАКЦИИ АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ α - ПРОПАРГИЛОКСИНАФТАЛИНА И НЕКОТОРЫХ ВТОРИЧНЫХ АМИНОВ

¹Махсумов А.Г., ^{1,2}Шомуродов А.И., ¹Исмаилов Б.М.

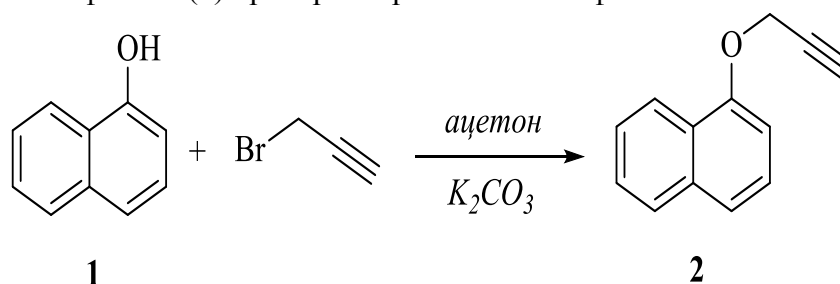
¹Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент, Узбекистан

²Шуртанский газохимический комплекс, г. Гузар, Узбекистан, E-mail:
maxsumovag@bk.ru

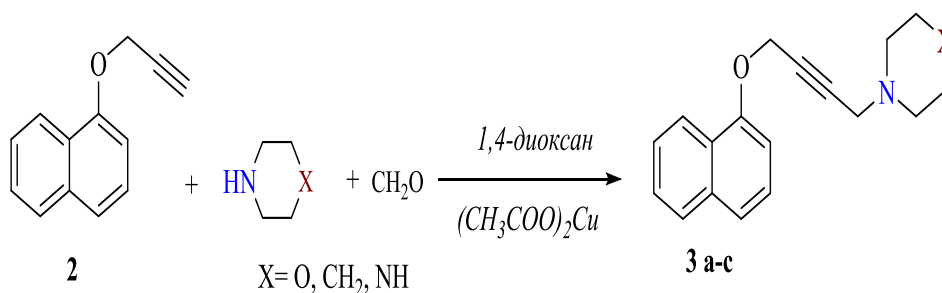
Аннотация: В данной работе приведены реакции аминометилирования на основе α -пропаргилоксинафталины и некоторых вторичных аминов.

Ключевые слова: реакция аминометилирования, химические реакции, α -нафтол, α -пропаргилоксинафталин, амин.

Введение алкиновой группы в общую молекулу повышает биологическую активность вещества и снижает его токсичность. Кроме того, терминальные алкины обладают высокой химической активностью, а протекающие при этом химические реакции (циклизация, галогенирование, гидрирование, аминометилирование, сочетание, замещение) предоставляют широкие возможности для изучения свойств этих веществ. Кроме того, важно изучить широкую биологическую активность полученных новых производных и найти на их основе лекарственные препараты. Нами проведена большая работа по синтезу соединений, содержащих три связи, и их химическим превращениям, идентифицирован ряд новых биологически активных веществ [1-2]. Продолжая наши предыдущие работы, мы синтезировали α -пропаргилоксинафталин (1) пропаргилированием α -нафтола.



На следующем этапе α -пропароксилоксинафталин (2) был подвергнут реакции аминометилирования (Манниха) за счёт подвижного водорода в трёх связях. Реакцию аминометилирования проводили в присутствии вторичных аминов и параформа. В качестве растворителей использовали 1,4-диоксан, ацетонитрил, этанол и бензол. В качестве катализаторов использовали соли меди (II). Оптимальные условия эксперимента были подобраны в растворе 1,4-диоксана и ацетата меди (II). В результате были выделены производные 1-замещённого (4-нафталин-1-илокси)бут-2-ина.



Эксперименты проводились при нагревании молярной смеси пропаргилового эфира: вторичного амина : параформа (1:1:2) в среде растворителя в течение 6 часов при температуре 80–100 °С. В результате были выделены соответствующие аминотетилированные производные (3 а–с). Строеение полученных веществ изучается методами ИК- и ЯМР-спектроскопии. В дальнейшем планируется изучение биологической и фармакологической активности синтезированных веществ.

Список литературы:

1. Makhsumov A.G., Atokhodzhaeva M.A. Synthesis and antimicrobial activity // Chemical and Pharmaceutical Journal, Moscow, 1991, v.25, №. 6, p. 47-48.
2. Makhsumov A.G., Yuldasheva H., Juraev A.D. Silicon containing acetylene esters and the synthesis of pyrazole derivatives on their basis // Uzbek Chemical Journal, Tashkent, 1991, 3 3-4, p. 68-70.

AMINOMETHYLATION REACTIONS BASED ON α -PROPARGYLOXYNAPHTHALENE AND SOME SECONDARY AMINES

¹Makhsumov A.G., ^{1,2}Shomurodov A.I., ¹Ismailov B.M.

¹Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan

²Shurtan Gas Chemical Complex, Guzar, Uzbekistan

E-mail: maxsumovag@bk.ru

Abstract: This paper presents aminomethylation reactions based on α -propargyloxynaphthalene and some secondary amines.

Keywords: aminomethylation reaction, chemical reactions, α -naphthol, α -propargyloxynaphthalene, amine.

TARGETED SYNTHESIS OF 2-HYDRAZINYLBENZOXAZOLE AND ITS CONDENSATION WITH ALDEHYDES

¹Pulatova Z .J., ²Ortikov I.S., ¹Elmuradov B. Zh.

¹Institute of the Chemistry of Plant Substances of AS Tashkent, Republic of Uzbekistan

²University of Alfraganus, Tashkent, Republic of Uzbekistan, E-mail:

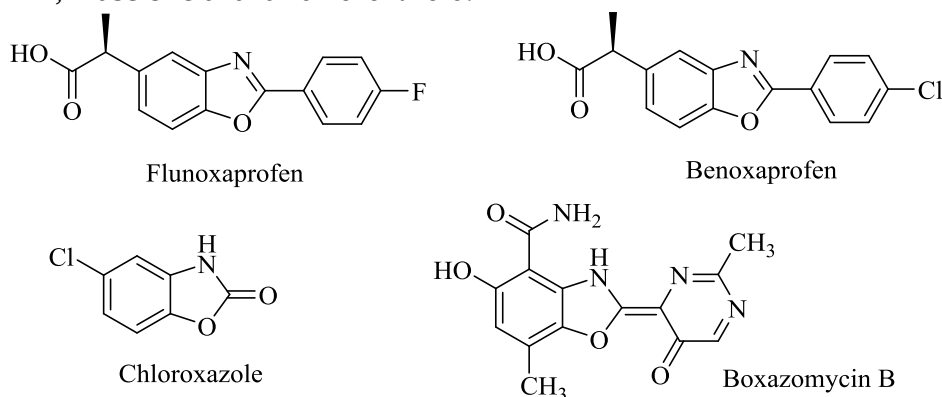
Zulhumor@gmail.com

The majority of biologically active substances used in medicine and agriculture are heterocyclic compounds, which are of great importance due to their versatile reactivity, easy absorption into the body, and ability to move freely in intercellular fluid.

Among heterocyclic compounds, benzoxazole derivatives are also important, and they contain many biologically and pharmacologically active compounds. In particular, benzoxazole and its derivatives are abundant in substances with antibacterial, antifungal, anticancer, anti-tuberculosis, anti-inflammatory, anti-helminthic, anti-Alzheimer's, anti-epileptic, analgesic, antioxidant, antihistamine, anti-Parkinson's, herbicide, fungicide, and insecticidal activities [1-5].

As mentioned above, compounds synthesized based on benzoxazole derivatives exhibit diverse, high biological activities, therefore, a number of effective drugs have been developed based on them.

Below are the structures of drugs containing the benzoxazole heterocycle: nonsteroidal anti-inflammatory drugs - *flunoxaprofen*, *benoxaprofen*, antibacterial - *boxazomycin B*, muscle relaxant - *chloroxazole*:

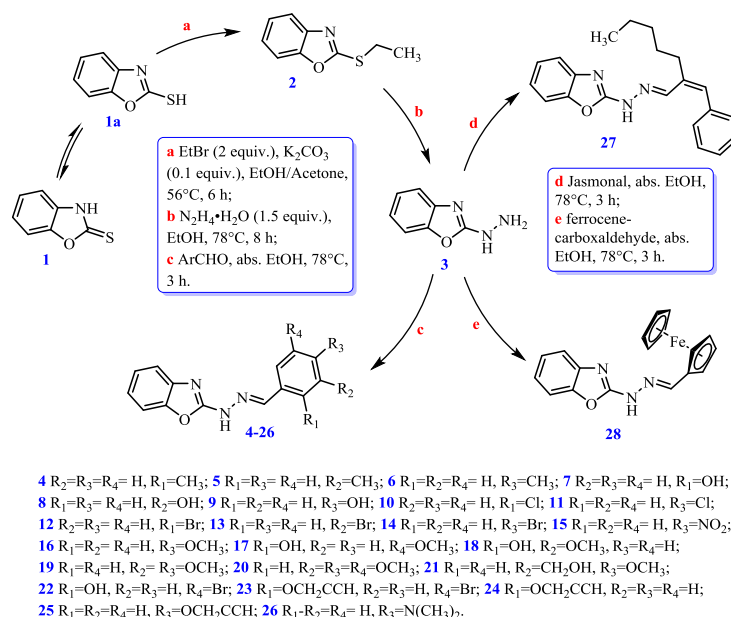


However, the emergence of drug resistance in disease-causing infections is creating a need for new drugs.

Our main goal in this work is to show that the initial benzoxazoline-2-thiones are bifunctional compounds that readily form the corresponding metal salts under alkaline conditions.

It was found that when benzoxazoline-2-thiones are alkylated under simple conditions (acetone/ K_2CO_3 or ethanol/ $NaOH$), only mono-alkyl products are formed. In particular, ethylation of benzoxazoline-2-thione (**1**) with ethyl bromide selectively forms the S-alkyl derivative 2-ethylthiobenzoxazole (**2**), moving to a relatively "soft" center - the sulfur atom. The reaction was carried out by heating a mixture of reagents **1**:ethyl bromide: K_2CO_3 in a ratio of 1:2:0.1 at 55-56°C for 5-6 hours. As a result, 2-ethylthiobenzoxazole (**2**) was synthesized in 73% yield. Under reaction conditions (in acetone and ethanol), benzoxazoline-2-thione readily converts to its thiol form, leading to the formation of S-products.

Then, the reaction of 2-ethylthiobenzoxazole (**2**) with hydrazine hydrate was carried out:



Specifically, a 1:1.5 mixture of reagents (**2** : $N_2H_4 \cdot H_2O$) in ethanol solution was boiled at 78°C for 8 hours. In this case, the nucleophilic substitution of the ethyl group with the hydrazine residue was facilitated, and 2-hydrazinylbenzoxazole (**3**) was synthesized in good yield (65%). Continuing our research, the obtained hydrazinyl

derivative (3) was subjected to condensation reactions with several aromatic aldehydes containing pharmacophorically active substituents. The reactions were continued by heating a 1:1 mixture of aromatic aldehydes to 2-hydrazinylbenzoxazole (3) at the boiling point of ethanol for 3 h. As a result, the hydrazones of 2-hydrazinylbenzoxazole in the corresponding *E*-isomer form (4-28) were obtained. The structure of the synthesized new compounds (4-28) was studied based on ^1H and ^{13}C NMR spectroscopic analyses.

Thus, it was observed that the selective alkylation reaction with benzoxazoline-2-thione proceeds to the S-atom. It was found that the reaction proceeds in this direction depends on the structure of the substrate and the reaction conditions. The reactions of 2-hydrazinylbenzoxazole (3), which is binucleophilic in nature, with various substituted aromatic aldehydes were studied in detail. As a result of the reactions, new hydrazones (4-28) in the *E*-isomer form were formed in good and high yields, and their physicochemical properties were fully characterized.

REFERENCES

1. Radha Y., Manjula A., Madhava R.B., Vittal R.B. *Indian J.Chem.*, 2011, Vol.50B, P. 1762-1773
2. Soni S., Sahiba N., Teli S., Teli P., Agarwal L.K., Agarwal S. *RSC advances.*, 2023, 13(34), 24093-24111.
3. Grillo M.P., Wait J.C., Lohr M.T., Khera S., Benet L.Z. *Drug metabolism and disposition.*, 2010, 38(1), P. 133-142.
4. Tekiner-Gulbas B., Temiz-Arpaci O., Yildiz I., Altanlar N. *European journal of medicinal chemistry*, 2007, 42(10), 1293-1299.
5. Kakkar S., Tahlan S., Lim S.M., Ramasamy K., Mani V., Shah S.A., Narasimhan B. *Chemistry central journal.*, 2018, 12, 1-16.



STRUCTURAL AND PHYSICOCHEMICAL STUDIES OF A Sm(III) COMPLEX CONTAINING β -DIKETONE LIGANDS

¹F.F. Fayzullayeva, ¹S.M. Muhammadiyev, ^{1,2}B.Y. Ruziyeva, ^{1,3}Sh. Sh. Daminova

¹Uzbekistan - Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan

²Alfraganus University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

³National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan, e-mail: ffayzullayeva98@gmail.com

Abstract. A new complex containing 1,1,1-trifluoroacetylacetone (TFAA) in the anionic form and aminobenzimidazole bases in the cationic form was synthesized. This complex was confirmed by X-ray structural analysis. The results revealed that the central lanthanide (III) atom was eight-coordinated, adopting a square-antiprismatic coordination geometry.

Аннотация. Был синтезирован новый комплекс, содержащий 1,1,1-трифторацетилацетон (TFAA) в анионной форме и основания аминобензимидазола в катионной форме. Этот комплекс был подтверждён методом рентгеноструктурного анализа. Результаты показали, что центральный атом лантаноида (III) является восьмикоординированным и принимает квадратно-антипризматическую геометрию координации.

Key words. Ligand, Lanthanide complexes, Crystal structure, Hirshfeld surface.

Introduction. In recent decades, rare earths have become vital to a wealth of advanced materials and technologies including catalysts, alloys, magnets, optics and lasers, rechargeable hydride batteries, electronics, economical lighting, wind- and solar-energy conversion, bio-analyses and imaging [1]. The unique spectroscopic and paramagnetic properties of lanthanide ions have made them a fascinating field of research in coordination chemistry [2]. The synthetic flexibility of β -diketones has led to an explosion in the developments of related lanthanide complexes and their coordination

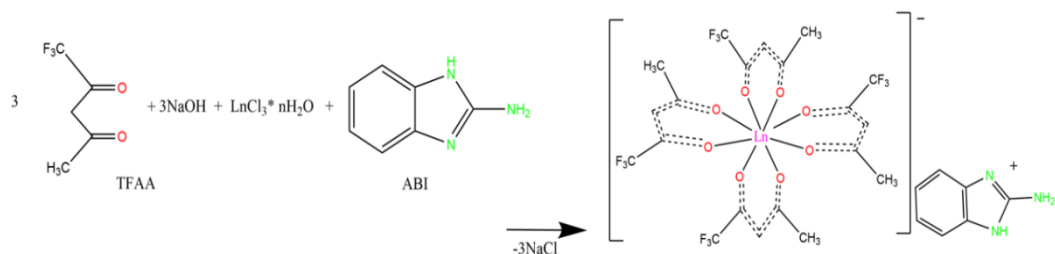
chemistry. The β -diketonate lanthanide complexes have been demonstrated to have variable coordination numbers ranging from six to ten, and diverse structural motifs [3].

In this study, we synthesized a complex compound containing 1,1,1-trifluoroacetylacetone and 2-aminobenzimidazole, and investigated its structural and physicochemical properties.

Method and materials. All reagents were commercially available without clearance and purchased from Sigma-Aldrich.

All synthetic procedures were carried out in air. Initially, 1,1,1-Trifluoroacetylacetone (3 mmol) was dissolved in ethanol and stirred with an alcohol solution of an alkali (3 mmol) for 1 hour. Then, an alcohol solution of $\text{LnCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ salt (1 mmol) was added dropwise to the mixture. The combined solution was stirred continuously at room temperature for 4 hours. Then, an alcoholic solution of 2-aminobenzimidazole or 2-amino-1-methylbenzimidazole (1 mmol) is added dropwise to this mixture and stirring is continued for another 2 hours. The final mixture was filtered and stored in a dust-free environment at room temperature to allow for single crystal growth. The resulting crystals were analyzed by X-ray structural analysis.

The synthesis scheme of the $\text{Ln}(\text{TFAA})_4\text{ABI}$ complex compound is shown below.



Scheme 1. Synthesis of the $\text{Ln}(\text{III})$ β -diketonate complexes

Results and discussion. The structure of the synthesized complex compounds was studied by X-ray diffraction analysis, Hirshfeld surface analysis, fingerprint plots, and IR-spectroscopy methods.

The IR spectra of complex $\text{Sm}(\text{TFAA})_4\text{ABI}$ was compared with that of the original ligand TFAA. In the IR spectrum of the TFAA ligand, asymmetric stretching vibrations of aliphatic C–H bonds are observed in the region of $2975\text{--}3125\text{ cm}^{-1}$. The 1599 cm^{-1} band corresponds to symmetric stretching vibrations of the β -diketonate group in its enol form. Symmetric O–H stretching vibrations characteristic of the enol tautomer appear between 3664 and 3685 cm^{-1} . The $1107\text{--}1276\text{ cm}^{-1}$ region displays a series of symmetric stretching vibrations from C–F bonds. Additionally, deformation vibrations of CH_2 or CH_3 groups are evident at 1471 , 1420 , and 1369 cm^{-1} [4]. In the IR spectrum of the $\text{Sm}(\text{TFAA})_4\text{ABI}$ complex, the $3314\text{--}3685\text{ cm}^{-1}$ region corresponds to the stretching vibrations of N–H and enol-type O–H bonds. The $3154\text{--}2894\text{ cm}^{-1}$ region shows aliphatic and aromatic C–H stretching vibrations, originating from both TFAA and ABI ligands. The band at 1689 cm^{-1} corresponds to the C=O stretching vibration, and its shift compared to the free ligand indicates coordination to the Sm^{3+} ion. Deformation vibrations of aromatic amine groups are found in the $1292\text{--}1385\text{ cm}^{-1}$ region. A low-frequency band at 501 cm^{-1} likely corresponds to skeletal vibrations of Sm–O bonds, confirming metal–ligand coordination.

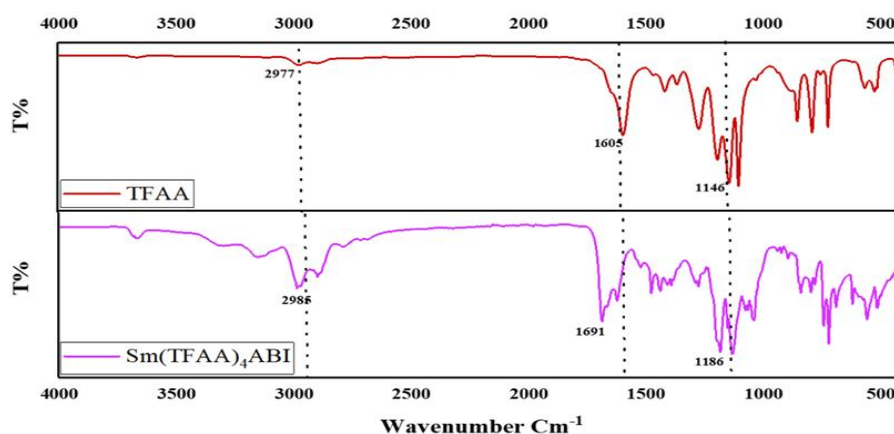


Figure 1. IR spectra of complexes and ligand TFAA

The HS of a molecule represents the region in the crystal where the electron density is sensitive to the procrystal. The HS is visualized using color coding to indicate interatomic contacts that are shorter (red areas), equal to (white areas), or longer than (blue areas) the sum of the van der Waals radii. The red spots on the analysis of d_{norm} indicate the involvement of atoms in hydrogen-bonding interactions. The HS shown using the shape index helps identify correlations such as C–H $\cdots\pi$ and π – π stacking interactions. The presence of adjacent blue and red triangular regions around the aromatic rings corresponds to the existence of π – π stacking interactions in the new compound [5].

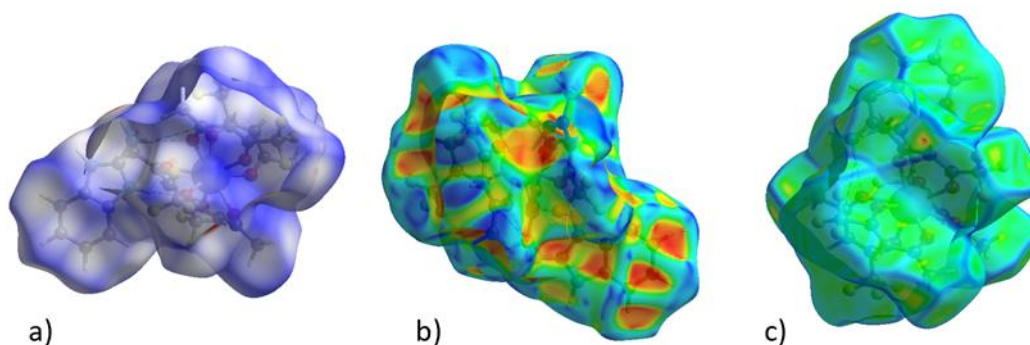


Figure 2. HS plotted over of $\text{Sm}(\text{TFAA})_4\text{ABI}$ (a) d_{norm} in the range -0.5449 to 1.5106 a.u., (b) shape-index in the range -1.000 to 1.000 a.u., (c) curvedness ranging from -4.00 to 0.40 a.u.

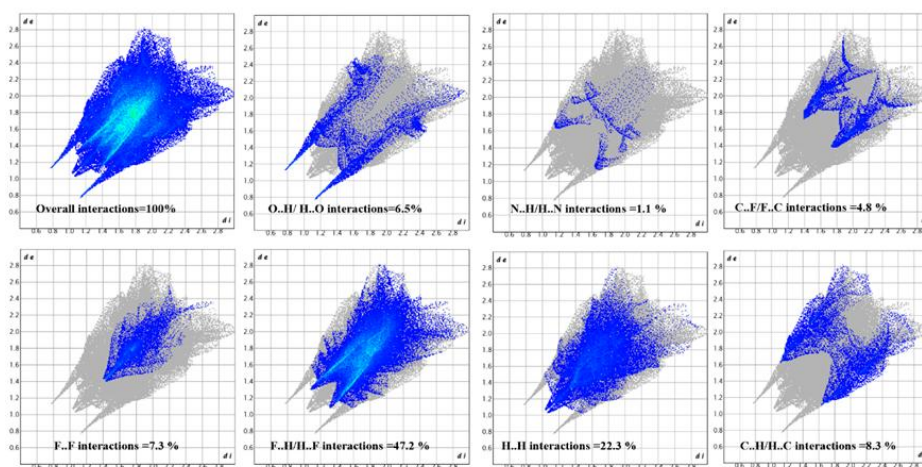


Figure 3. Fingerprint plots of $\text{Sm}(\text{TFAA})_4\text{ABI}$ showing interactions (d_i is the closest internal distance from a given point on the HS and d_e is the closest external contacts).

The dominant intermolecular interactions are clearly visible on the Hirshfeld surfaces and in the corresponding fingerprint plots (Fig. 6), where one molecule acts as a donor (with $d_e > d_i$) and the other as an acceptor (with $d_i > d_e$). The fingerprint plots can be decomposed to highlight specific atom–pair close contacts, allowing for the separation of overlapping contributions from different types of interactions. In the complex compound, the most prevalent intermolecular contacts are reciprocal $F\cdots H/H\cdots F$ (47.2%), $H\cdots H/H\cdots H$ (22.3%), and $C\cdots H/H\cdots C$ (8.3%) interactions. Additional significant contributions include $F\cdots F/F\cdots F$ (7.3%) and $O\cdots H/H\cdots O$ (6.5%) contacts. The fingerprint plots and molecular Hirshfeld surfaces provide valuable insight into the nature and extent of these intermolecular contacts, which play a crucial role in stabilizing the crystal structure. The percentage values indicate that the molecular arrangement is primarily governed by strong electrostatic interactions, which serve as the main driving force behind the crystal packing in compounds [6].

References

- [1]. S. V. Eliseeva and J. C. G. Bünzli, “Rare earths: Jewels for functional materials of the future,” in *New Journal of Chemistry*, Royal Society of Chemistry, 2011, pp. 1165–1176. doi: 10.1039/c0nj00969e.
- [2]. Z. Ahmed and K. Iftikhar, “Solution studies of lanthanide (III) complexes based on 1,1,1,5,5,5-hexafluoro-2,4-pentanedione and 1,10-phenanthroline Part-I: Synthesis, ^1H NMR, 4f-4f absorption and photoluminescence,” *Inorganica Chim Acta*, vol. 363, no. 11, pp. 2606–2615, Aug. 2010, doi: 10.1016/j.ica.2010.04.040.
- [3]. C.-Hui. Huang, *Rare earth coordination chemistry: fundamentals and applications*. John Wiley & Sons, 2010.
- [4]. A. Hooda et al., “Samarium (III) complexes with fluorinated diketones and heteroaromatic auxiliary moieties: Synthesis and spectral analyses,” *Inorganica Chim Acta*, vol. 553, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.ica.2023.121543.
- [5]. S. Mukhammadiev, S. Rajabov, A. Tojiboev, J. Ashurov, S. Murodov, and Sh. Daminova, “Synthesis, crystal structure, and Hirshfeld surface analysis of 1,3-dihydro-2 H -benzimidazol-2-iminium 3-carboxy-4-hydroxybenzenesulfonate,” *Acta Crystallogr E Crystallogr Commun*, vol. 80, no. 10, Oct. 2024, doi: 10.1107/s2056989024008557.
- [6]. Z. Demircioğlu, O. Büyükgüngör, and C. Ersanlı, “Intermolecular Interactions and Fingerprint Plots with Hirshfeld Surface Analysis,” 2018.

.....||◇||.....

Quantum-Chemical Investigation of the Structure of Complex Compounds Based on 2-Aminobenzimidazole and Its Derivatives

^{1,3}B.Y.RUZIEVA, ³F.F.FAYZULLAYEVA, ^{2,3}SH.SH.DAMINOVA

¹*Alfraganus University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

²*National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent,
Uzbekistan*

³*Uzbekistan - Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan*

Abstract. *The aim of this study is to investigate the quantum-chemical properties of Ln(III) coordination compounds based on 2-aminobenzimidazole, 2-amino-1-methylbenzimidazole, and 2-benzyl-1H-benzimidazole, along with additional ligands such as benzhydroxamic acid and diisopropyldithiophosphate. Quantum chemical calculations of the molecules were performed using the semi-empirical PM3 and PM6 methods with full geometry optimization, utilizing the BIOVIA Materials Studio (Accelrys Studio 2017) software suite.*

Key words. *Ligand, Lanthanide complexes, Crystal structure, Lanthanides, 2-amino-1-methylbenzimidazole, 2-benzyl-1H-benzimidazole, semi-empirical method.*

Introduction. Quantum-chemical calculation methods are essential tools in the study of the structure and properties of organic ligands and their complexes [1; pp. 6051–6111, 2; pp. 187–209]. These methods allow for the prediction of molecular geometries, energy profiles, spectral characteristics, and even reactivity, by employing mathematical approaches rooted in the principles of quantum mechanics [3; pp. 543–631, 4; pp. 347–358]. In this study, quantum chemical calculations were carried out using the semi-empirical PM3 and PM6 methods with full geometry optimization via the BIOVIA Materials Studio 2017 software suite. The software also enables the computation of bond lengths, valence angles, torsional angles—i.e., the complete molecular geometry—as well as Mulliken atomic charges based on the localization of frontier molecular orbitals: the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO). The HOMO energy reflects the electron-donating ability of the molecule, corresponding to ionization potential, whereas the LUMO energy indicates the electron-accepting ability, linked to electron affinity. Mulliken population analysis determines the relative electron density of an atom in a molecular orbital using the coefficient C_{ij} . Molecular stability is assessed via the heat of formation (ΔH_f), calculated based on the energy parameters obtained during the quantum chemical analysis.

Method and materials. Benzimidazole derivatives are currently considered one of the promising directions in coordination chemistry. Complex compounds formed with benzimidazole-based ligands have applications in agriculture and pharmaceuticals due to their antibacterial properties, making them suitable for the development of herbicides, insecticides, fungicides, and other bactericidal agents [1]. Among these, 2-aminobenzimidazole, 2-amino-1-methylbenzimidazole, 2-benzyl-1H-benzimidazole are of particular interest due to their reactive centers. Despite their potential, comprehensive studies of these compounds and their metal complexes are still lacking.

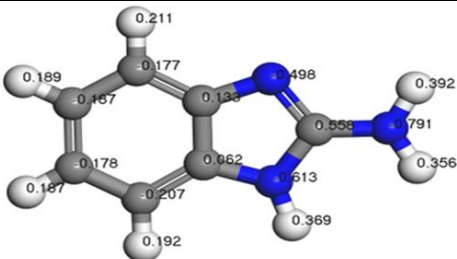
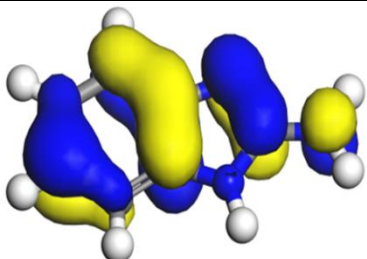
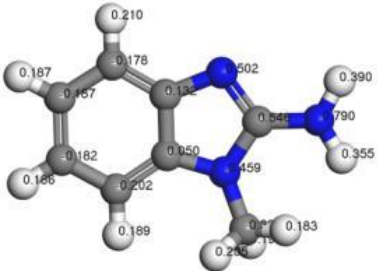
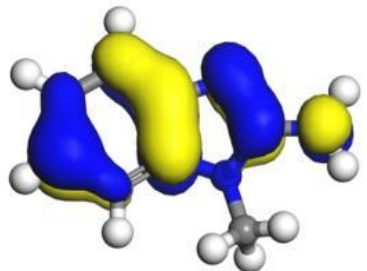
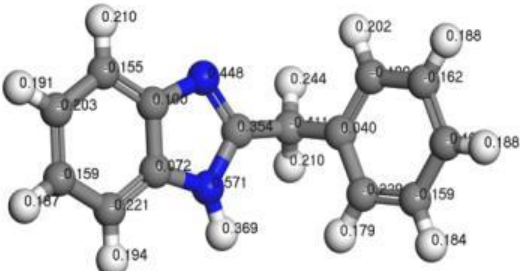
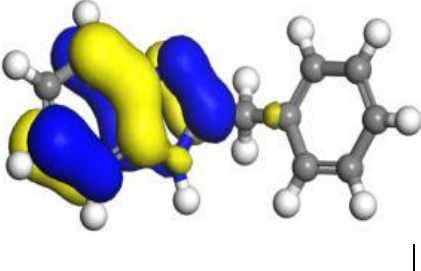
Ligand	Charge distribution in ligands	HOMO localization
ABI		
MAB		
FAB		

Figure 1. Geometric structures, charge distribution, and HOMO localization of the ligands

The main ligands selected for investigation—ABI, MAB, and FAB—contain multiple donor nitrogen atoms. The presence of such donor sites in the heterocyclic system can cause redistribution of electron density and alter coordination behavior, depending on the nature of the substituents. Therefore, it is important to study the charge distribution on donor atoms to assess and compare the reactivity of ABI, MAB, and FAB using quantum chemical methods [5; pp. 50–55, 6; p. 120]. As shown in Figure 1, the conjugation between the imidazole and benzene rings leads to a planar structure in the benzimidazole moiety, particularly in MAB, due to the localization of the amino group. The HOMO energy level determines the molecule's tendency to donate electrons to the vacant d-orbitals of the metal ion, while the LUMO energy reflects its capacity to accept electrons. The HOMO-LUMO energy gap ($\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$) indicates the reactivity of the ligand toward complexation with metal ions. Based on the charge distribution and orbital localization analysis, the probable coordination sites in the ABI, MAB, and FAB molecules were identified as the endocyclic nitrogen (N) atoms of the imidazole ring (Table 1).

Table 1. Electron Density Calculations for Donor Atoms in the Ligands

Ligand	Imidazole Ring		
	-N	-NH	NH ₂
MAB	-0.502	-0.459	-0.790
ABI	-0.498	-0.613	-0.791
FAB	-0.448	-0.571	

Results and discussion. As shown in Table 2, the optimization of possible structures of complexes revealed that among various isomers of mixed-ligand complexes with different coordination modes of the primary ligand anion, the bidentate coordination structure is thermodynamically the most favorable. Despite significant distortions of the metal polyhedra in the complexes, delocalization of frontier orbitals occurs directly involving the central metal ion and ligand orbitals. Therefore, all subsequent quantum-chemical calculations were performed for complexes with this structure.

Table 2. Modeling Results of Proposed Structures for the Complexes

Coordination complex	Formation enthalpy, kcal/mol.		
	Monodentate	Monodentate and bidentate	bidentate
[Ln(MAB) ₂ (BGK) ₂ (NO ₃) ₃]	-246	-223	-265
[Ln(MAB) ₂ (DiPDTF) ₂ NO ₃]	-733	-733	-748
[Ln(FAB) ₂ (BGK) ₂ (NO ₃) ₃]	-150	-142	-152
[Ln(FAB) ₂ (DiPDTF) ₂ NO ₃]	-685	-685	-685

Figures 2–4 show that the metal (Me) atom is monodentately coordinated through the nitrogen atom of the heterocyclic ring in ABI, MAB, and FAB molecules, while the BGK and DiPDTF ligands coordinate in a bidentate manner. The calculated heats of formation and the energies of HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) and LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) for these molecules are presented in Table 3. The orbital control data, considering the localization of HOMO and LUMO, indicate that the LUMO is almost entirely localized on the MAB fragment. The calculated energy parameters of the complexes are summarized in Table 3.

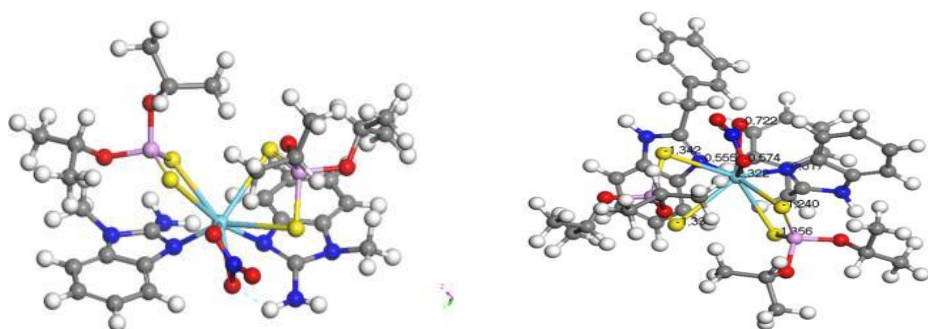


Figure 2. Spatial structures of $[\text{Ln}(\text{MAB})_2 (\text{DiPDTF})_2 \text{NO}_3]$ and $[\text{Ln}(\text{FAB})_2 (\text{DiPDTF})_2 \text{NO}_3]$ complexes.

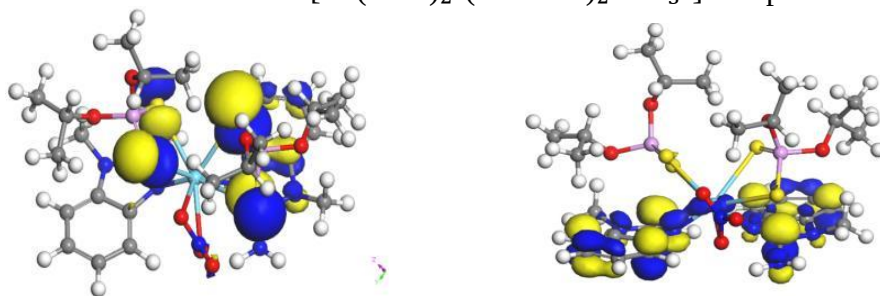


Figure 3. Localization of frontier orbitals in the $[\text{Ln}(\text{MAB})_2 (\text{DiPDTF})_2 \text{NO}_3]$ complex.

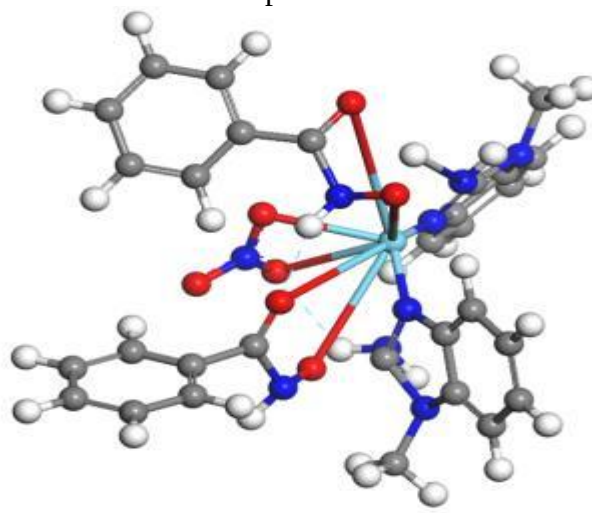


Figure 4. Spatial structure of the $[\text{Ln}(\text{MAB})_2 (\text{BGK})_2 \text{NO}_3]$ complex.

The smaller the $\Delta(\text{LUMO-HOMO})$ value, the easier the molecule can transition to an excited state and the higher its reactivity. From the table, it is evident that complexes based on DiPDTF exhibit higher reactivity. Using quantum chemical calculations, the electronic structures of multifunctional ligands were studied, and electron-donor centers favoring coordination to lanthanide metal ions were identified. Based on the principle of minimal heat of formation, structural parameters, coordination node geometry, valence angles, bond lengths, and charge distribution on atoms were calculated for the ligands and synthesized complexes. It was proposed that in metal complex compounds, MAB and FAB ligands coordinate monodentately via the endocyclic nitrogen atom, whereas the additional ligands (BGK, DEDTK, DiPDTF) exhibit bidentate coordination.

Table 3. Optimized Parameters of the Complexes

Complex Compound	$[\text{Ln}(\text{MAB})_2 (\text{BGK})_2 \text{NO}_3]$	$[\text{Ln}(\text{MAB})_2 (\text{DiPDTF})_2 \text{NO}_3]$	$[\text{Ln}(\text{FAB})_2 (\text{BGK})_2 \text{NO}_3]$	$[\text{Ln}(\text{FAB})_2 (\text{DiPDTF})_2 \text{NO}_3]$
Heat of Formation,	-223	-748	-150	-685

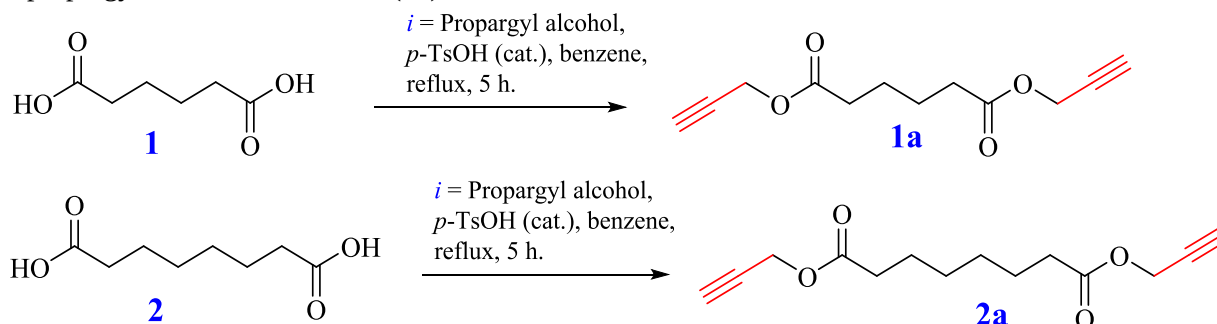
In 2002, the studies laid the foundation of “click chemistry.” During these investigations, M. Meldal and B. Sharpless demonstrated that the azide–alkyne cycloaddition, when catalyzed by copper(I) salts, proceeds with high regioselectivity to afford exclusively the 1,4-disubstituted triazole. As a result of these findings, the reaction has since been referred to as the Huisgen–Meldal–Sharpless reaction. Shortly thereafter, it was established that performing the reaction in the presence of ruthenium salts directs the process towards the selective formation of the alternative 1,5-isomer. Two decades later, in 2022, for their contributions to “click chemistry” and bioorthogonal chemistry, Carolyn Bertozzi, Morten Meldal, and Barry Sharpless were honored with the Nobel Prize in Chemistry.

At present, researchers in Uzbekistan (A.G. Maksumov, N. Madikhonov, and I.A. Abdugafurov) are actively engaged in the synthesis of novel 1,2,3-triazole derivatives derived from propargyl esters of various classes of compounds. Their studies have demonstrated that several of the synthesized compounds display notable anti-inflammatory activity [5-6]. In the present work, 1H-1,2,3-triazole derivatives were synthesized from dipropargyl esters of adipic and suberic acids via a 1,3-dipolar cycloaddition reaction catalyzed by copper(I) salts.

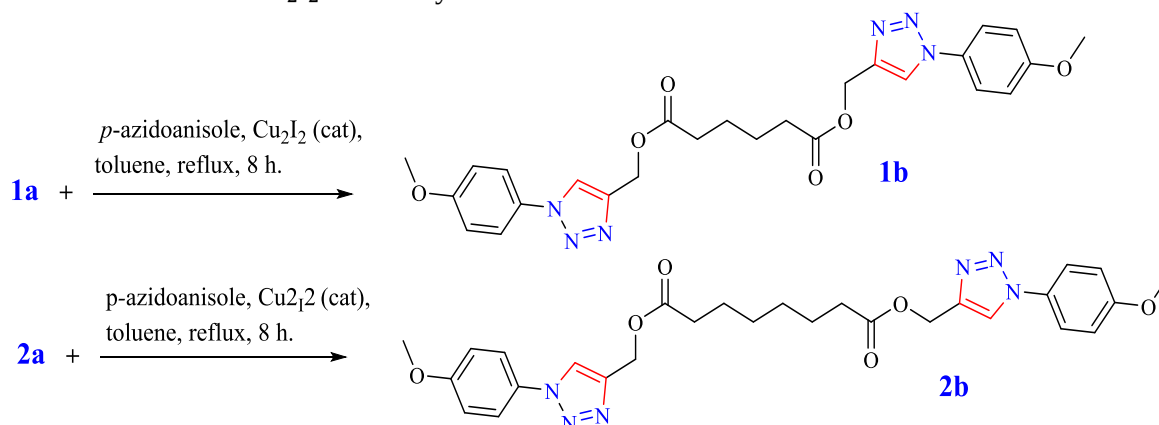
2. Materials, Methods and Results

Required reagents: adipic acid, suberic acid, propargyl alcohol, *p*-toluenesulfonic acid (*p*-TsOH), benzene, *p*-azidoanisole, Cu₂I₂ (cat.), and toluene.

The synthesis method consists of two stages: the first involves an esterification reaction, and the second is an azide–alkyne cycloaddition. Initially, an ester of adipic acid (**1**) with propargyl alcohol in a 1:2 molar ratio was synthesized in the presence of *p*-TsOH as a catalyst and benzene as a solvent. The reaction mixture was refluxed at 80 °C for 5 hours. After obtaining the dipropargyl ester of adipic acid (**1a**), an analogous procedure was applied to synthesize the dipropargyl ester of suberic acid (**2a**).



For the second stage of the synthesis, namely the 1,3-dipolar cycloaddition, the previously obtained esters (**1a**, **2a**) of the corresponding acids and *p*-azidoanisole were used in a 1:2 molar ratio. The reaction mixture was refluxed at approximately 110 °C for 8 hours in the presence of Cu₂I₂ as a catalyst and toluene as a solvent.



The synthesized triazoles (**1b**, **2b**) were purified by recrystallization from ethanol. The purity of the obtained compounds was confirmed by thin-layer chromatography (TLC) on silica gel plates using a hexane/ethyl acetate (1:1) solvent system, with chloroform as the spotting solvent (*R_f* for **1b** = 0.35; *R_f* for **2b** = 0.33). The melting points were determined as follows: **1b**, 116.54–117.24 °C; **2b**, 110.92–111.79 °C.

The structures of the obtained triazoles (**1b**, **2b**) were proved by IR, ¹H-NMR and ¹³C-NMR spectroscopy.

References

1. R.K. Tan, Y. Liu, L. Xie. *Expert Opin. Drug Discov.* 2022, 17, 849-863.
2. Sh.A. Khan, M.J. Akhtar, U. Gogoi, D.U. Meenakshi, A. Das. *Pharmaceuticals*. 2023, 16, 179.
3. Lauria, A., Delisi, R., Mingoia, F., Terenzi, A., Martorana, A., Barone, G., Almerico, A. M. *European Journal of Organic Chemistry*. 2014, 16, 3289-3306.
4. Martin B., Hans-Ulrich R. *A journal of the German Chemical Society*. 2022, 59, 12293-12307.
5. Abdugafurov I. A., Qirgizov F.B., Ortikov I.S. *European Journal of chemistry*. 2021, 12(1), 13-17.
6. Абдугафуров И. А., Махсумов А. Г., Мадиханов Н. *Журнал органической химии*. 1987, 23(9), 1986-1990

СИНТЕЗ НАНО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

М.Н. Абдусалюмова, И.Ф. Рахимов, Ф.А. Махмудов

*Институт химии им.В.И.Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,
Республика Таджикистан*

Аннотация: В статье рассматриваются методы получения nano оксида алюминия разложением $\text{Al}(\text{OH})_3$ при 500°C в течение трех часов, с последующей прокалкой при 800 и 1000°C . В работе приведены данные о влиянии оксидов на иммунную систему, на внутренние органы лабораторных животных.

Ключевые слова: оксид алюминия, токсические, nano.

Отличительной особенностью оксида алюминия является его полиморфизм. Al_2O_3 встречается в виде нескольких модификаций – $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ([корунд](#)), $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\chi\text{-Al}_2\text{O}_3$ и др[1,2]. Модификации оксида алюминия различаются по плотности, реакционной способности и функциональными свойствами. Наибольшую плотность имеет $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ – корунд. Корунд широко используется как огнеупорный материал, а крупные кристаллы корунда – как прозрачные драгоценные камни, которые из-за примесей бывают окрашенными в разные цвета (красный корунд – [рубин](#), синий – [сапфир](#)). $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ с примесью оксида натрия является ионопроводящим твердым электролитом. $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ применяется в качестве носителя катализаторов различных процессов в химическом и нефтехимическом производстве (ГОСТ 8136-85).

Экспериментальная часть

1. Синтез nano оксидов алюминия

Экспериментальное исследование термостимулированных фазовых превращений в (γ – α) nano порошках Al_2O_3 , синтезированных разложением порошка $\text{Al}(\text{OH})_3$. Получены порошки Al_2O_3 разложением на воздухе $\text{Al}(\text{OH})_3$ при 500°C в течение трех часов с последующей прокалкой при 800 и 1000°C . Для определения среднего размера было использовано уравнение Шеррера:

$$D_{hkl} = \frac{\lambda}{\beta_{hkl} \times \cos \Theta_{hkl}}$$

где λ – длина волны рентгеновского излучения, Θ_{hkl} – дифракционный угол, β – полуширина дифракционного пика (в радианах).

размеров, состоящие из блоков размером несколько нанометров

Оксид алюминия, полученный разложением на воздухе порошка $\text{Al}(\text{OH})_3$ при 500°C , представляет $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ со средним размером кристаллитов, рассчитанным из

дифрактограмм, 30 нм (рис. 1B). Прогрев образцов при 800°C приводил к появлению фазы α - Al_2O_3 , при этом размер кристаллитов увеличивается до 50 нм (рис. 1C). При нагревании до 1000°C весь оксид переходит в фазу α - Al_2O_3 с размером кристаллита 100 нм (рис. 1D).

2. Исследование токсических свойств nano оксида алюминия

Интерес к изучению токсичности соединений алюминия обусловлен многообразием химических форм алюминия в биосфере, его миграционной способностью в почвенной и водной средах [3]

Наиболее распространенной формой существования алюминия в почвах являются алюмосиликаты. При изменении pH среды в кислую или щелочную сторону происходит высвобождение металла с образованием подвижных миграционных форм и различных соединений, обладающих высокой реакционной способностью [4].

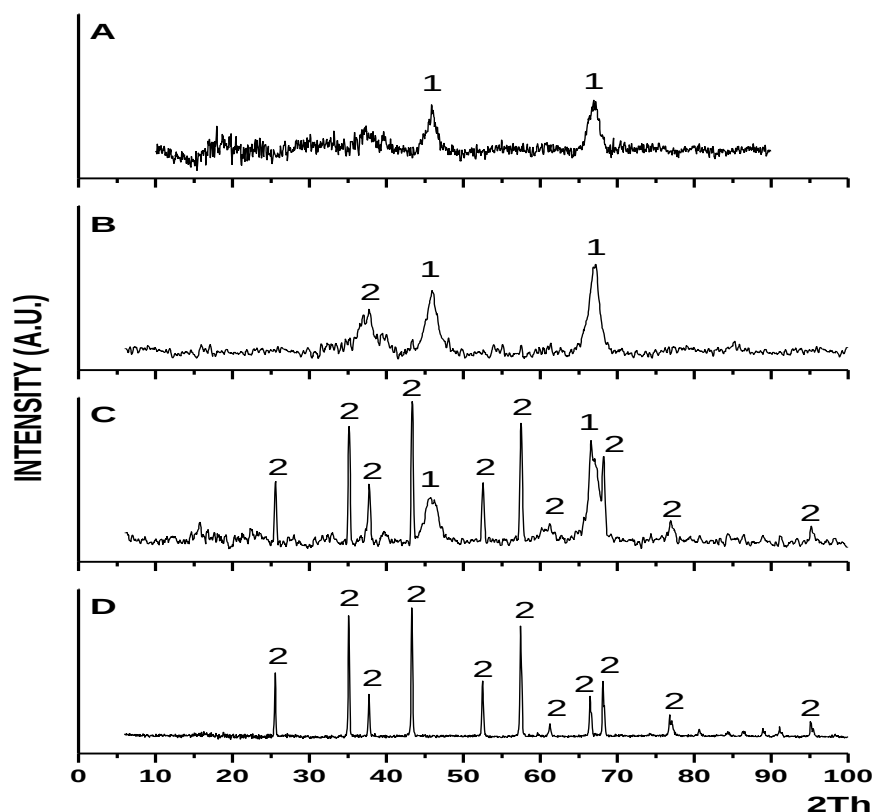


Рис.1. Дифрактограммы образцов оксида алюминия, полученных методом шаблонов (A) и разложением $\text{Al}(\text{OH})_3$ с последующим прогревом на воздухе при 500°C (B), 800°C (C) и 1000°C (D). 1 – γ - Al_2O_3 ; 2 – α - Al_2O_3 .

1. Острая токсичность nano оксида алюминия

Общее действие и острую токсичность nano оксида алюминия изучали на белых мышах. Острую токсичность LD_{50} (летальная доза 50% животных) и LD_{100} (летальная доза 100% животных) рассчитывали по методу Кёрбера.

Исследование общего действия и острой токсичности исследуемого вещества проводили на мышах при внутрижелудочном введении в виде 2% оксида алюминия на крахмальном клейстере в дозах 900 и 1200 мг/кг живой массы животного. Во всех случаях после введения препаратов особое внимание уделяли тем изменениям, которые наступали в поведении животных – положение тела, координацию движений, саливация, потливость, взъерошенность, тонус сосудов уха, нервно-мышечную возбудимость.

При исследовании острой токсичности при однократном введении исследуемых веществ в дозах 1-2 мл 2% раствора на 25 г. массы животного гибели животных не наблюдалось. Животные переносили введенные дозы по-разному. В некоторых группах наблюдались случаи угнетенного состояния и

малоподвижность, смертельных случаев не отмечалось. Реакции на механические, болевые и звуковые раздражения были слабо сохранены. Наблюдалось аналогичное состояние поведения у всех испытуемых групп. При увеличении дозы, токсической дозы установить не удалось, так как объем вводимых доз превышал критический.

И так при определении острой токсичности нано частиц оксида алюминия токсических доз определить не удалось.

2.Методика конъюнктивальной пробы

В качестве стабилизатора раствора из порошка нано материала оксида алюминия использовался 1,5% раствор крахмального клейстера с целью получения устойчивой взвеси.

Для постановки пробы одну каплю раствора испытуемого вещества вводили глазной пипеткой с вытянутым тонким концом под верхнее веко кроликам, во второй глаз (контрольный) вводили 1 каплю воды. Закапывание производили при положении животного лежа головой вниз. Использовали острое (однократное введение).

3. Методика накожных аппликаций

Метод оценивает местное раздражающее и аллергизирующее действие нано структурированного оксида алюминия. Исследования проводились на беспородных белых крысах (масса тела 200 - 225 г), мыши линии Wistar (масса тела 18 - 20 г).

Опыты проводили на молодых, здоровых и половозрелых животных. В течение всего эксперимента животные имели свободный доступ к корму и питьевой воде. Исследование сенсibilизирующего действия вещества проводили путем 20 повторных накожных аппликаций на участок боковой поверхности туловища размером 2 x2 см по 5 раз в неделю. Применяемую мазь, наносили равномерным слоем на весь участок аппликации с помощью глазной стеклянной лопаточки.

В нашем случае использованный наноматериал признается безопасным по результатам тестирования, т.е изменения кожи отсутствует

ЛИТЕРАТУРА

- 1 И.А. Левин. Метастабильные полиморфы оксида алюминия Журнал Американского керамического обществ 1998, т.81№9, с56
- 2.В.В. Стораж, Г.Я. Акимов, И.В. Горелик, Н.Г. Лабинская. Полиморфные превращения в оксиде алюминия. Журнал технической физики, 1994.т.64, в11.с.172
- 3.О.В.Харламова, Е.В. Селиверстова, Н.А.Новикова. Влияние различных форм алюминия в водные экосистемы. Экологическая химия 2004, т.13№1, с.17
- 4.В.А.Филов. Формы нахождения алюминия в почвах и их экологическое значение. Почвоведение,1988, №12, с.103
5. R.A. Yokel, P.J. McNamara. Aluminium toxicokinetics: an updated mini review. Pharmacology and Toxicology 2020, vol.126(3) p.119
- 6.C.E. Firling, J.J. Grantham, J.P. Knochel. The role of aluminium in bone disease. Kidney International,1994, vol 46(Suppl47)

SYNTHESIS OF NANO OXIDE ALUMINA AND INVESTIGATION OF ITS TOXIC PROPERTIES

M.N. Abdusalamova, I.F. Rakhimov, F.A. Makhmudov

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe,
Republic of Tajikistan*

Abstract: The article discusses methods for obtaining nano OXIDE OF alumina by decomposition of $Al(OH)_3$ at 500°C for three hours, followed by calcination at 800 and

1000°C. The paper presents data on the effect of oxides on the immune system and on the internal organs of laboratory animals.

Keywords: aluminum oxide, toxic, nano.

Ш.С.ШАРИПОВ, Р.О. РАХМОНОВ, Ю. ХОДЖИБОЕВ, Б.Ф.
САФАРОВ, А.С. АБДУРАХМОНЗОДА

СИНТЕЗИ 2-АМИНОҲОСИЛАҲОИ 5Н-6-(ПАРА-ТОЛИЛ)ИМИДАЗО[2,1-В][1,3,4]-ТИАДИАЗОЛ ДАР АСОСИ РЕАКСИЯИ ҶОЙИВАЗКУНИИ НУКЛЕОФИЛӢ

*Институти кимиёи ба номи В.И.Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе,
Ҷумҳурии Тоҷикистон*

Синтези 2-аминоҳосилаҳои 5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-б][1,3,4]-тиадиазол дар асоси реаксияҳои ҷойгирии нуклеофилӣ гузаронида шуд. Хосиятҳои физикохимиявии пайвастагиҳои ҳосилшуда бо усули тайфсанҷии ИС, ^1H , ва ^{13}C РМХ мавриди омӯзиши қарор гирифтааст. Аз рафти реаксияи ҷойгирии нуклеофилӣ бармеояд, ки 2-бром 5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-б][1,3,4]-тиадиазол бо аминҳои якума дар иштироки спирти этил ба реаксия дохил шуда бромид мавҷеи дуюми ҳалқа бо аминҳои якума ҷой иваз менамояд.

Калимаҳои калидӣ: 2-бром-5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-б][1,3,4]-тиадиазол, ИС (инфрасурх) ^1H , ва ^{13}C РМХ (Резонанси магнитии ҳастаи), 2-метиламин/этиламин/пропиламин/бутиламин-5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-б][1,3,4]-тиадиазол.

Муқаддима

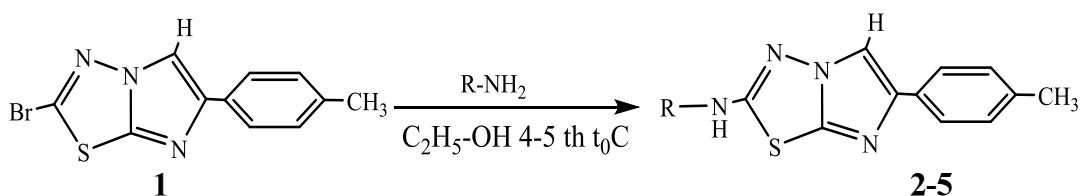
Пайвастагиҳои гетеросиклии политарокумӣ (поликонденсиро-нидашуда)-и дорои атомҳои нитроген ва сулфур, ки аҳамияти назариявӣ амалии химиявӣ ва биологӣ доранд солҳои охир таваҷҷӯҳи химикону дорусозонро бештар ба худ ҷалб намудааст.

Тӯли даҳ соли охир дар бахши коркарди усулҳои муносиби синтез ва таҳқиқоти хосиятҳои химиявӣ фаъолияти биологӣ ҳосилаҳои 1,3,4-тиадиазол ва мушобех (аналогҳо)-и тарокумшудаи он тадқиқотҳои амиқ гузаронда шуданд. Ин ба рушди босуръати муқовимати микробҳо ва бактерияҳо дар баробари маводҳои доругӣ хусусияти зиддимикробию бактериалӣ дошта, ҳамзамон ба масмумият (заҳролудшавӣ)-и назарраси агентҳои маълуми табобатӣ ва коҳиши селективнокии бастагии зиёд доранд [1-2]. Мушкилоти мазкур бештар ба маводҳои доругӣ зидди бактериявӣ, зиддисилӣ, зиддизанбӯруғӣ ва зиддисаратонӣ дахлдоранд. Яке аз усулҳои муносиби дарёфти маводҳои доругӣ нав ва пурсамар ин тағйирдодани гурӯҳҳои фармакофорӣ ё дохил намудани гурӯҳҳои функционалии нав дар молекулаи пайвастаҳои гетеросиклӣ мебошад [3-7]. Истифодаи усули мазкур имкониятҳои муносиб фароҳам месозад, ки пайвастасое, ки таъсири интиҳобӣ доранд, метавонанд фаъолияти баланди биологӣ ва масмумияти камтарро дар худ дошта бошанд [8-11].

Муҳокимаи натиҷаҳо

Реаксияи ҷойгирии нуклеофилӣ маъмултарин реаксияест, ки дар химияи органикӣ бо мақсади ворид намудани маводҳои нуклеофилӣ ба ҳайси гурӯҳҳои функционалӣ мавриди омӯзиш қарор дода мешавад. Дар реаксияи мазкур асосан гетеросиклҳое, шомили реаксияи нуклеофилӣ мегарданд, ки дорои атоми галогени мутаҳаррик бошанд. Аз ҷумлаи чунин гетеросиклҳо 2-бром-5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-б][1,3,4]-тиадиазол маҳсуб меёбад. Бо истифода аз ин усули муносиб метавон ҳосилаҳои 2-муъовизавии 5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-б][1,3,4]-тиадиазолро ҷиҳати дарёфти моддаҳои фаъоли биологӣ синтез намуд.

Реаксия ҷойивазкунии нуклеофили дар пайвастагии **2** бо аминҳои якума ва дуюма мувофиқи қори [12] дар ҳарорати 70-80°C мегузарад.

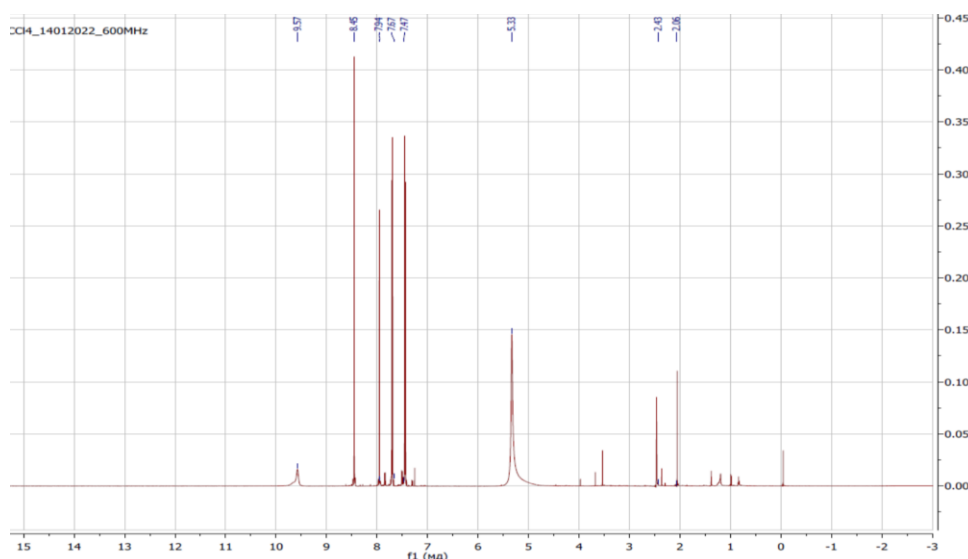


R=Me (2); Et (3); Pr(4); Bu (5).

Пайвастаҳои (2-5) ҳосилшуда моддаҳои кристалии сафед буда, дар об ҳалнашаванда дар ҳалкунандаҳои органикӣ нағз ҳал мешаванд. Моддаҳои ҳосилшуда тавасути таҳлили спектороскопии ИС ва ^1H РМХ мавриди омузиш қарор гирифта, ки дар он фурубарии хатҳои валентӣ ва лағзиши химиявии протонҳои ҳамаи пайвастагиро муайян карда шуд.

Дар спектри ИС-и моддаи 2 фурубарии хатҳои валентӣ дар пайвастагии ҳосилшуда дар ҳудудҳои 1502, 1468, 1466 ва 737 cm^{-1} барои $\text{C}=\text{N}_{\text{тиадиазол}}$, $\text{C}=\text{N}_{\text{имидазол}}$, $\text{C}=\text{C}_{\text{имидазол}}$ ва $\text{C}-\text{S}-\text{C}_{\text{имидазотиадиазол}}$ инчунин барои гуруҳи метили ва аминии мавқеи дуҷум $\text{C}-\text{NH}$ -3116 cm^{-1} ва барои CH_3 - 2744 cm^{-1} мувофиқ карда шудааст. Барои мавқеи шашуми ҳалқаи гуруҳи толил 3015 cm^{-1} ва барои гуруҳи CH_3 -и толил 2750 cm^{-1} мувофиқ карда шудааст.

Дар спектри ^1H РМХ-и моддаи индивидуалии 2 сигнали протонҳои мавқеҳои $\text{C}(5)-\text{H}$ дар мавқеи 8.57 х.м., гуруҳи *para*-толилӣ дар ноҳияҳои 7.94, 7.67, 7.47, 5.33, 2.43, 2.06 ва 8.45 х.м барои NH гуруҳ сигнали протон дар ноҳияи 9.57 х.м. ошкор карда шуданд.



Расми 9– РМХ ^1H - 2-метиламино-6-(*para*-толил)имидазо[2,1-*b*][1,3,4]-тиадиазол (5).

Дар спектрҳои моддаҳои 3-5 бо зиёд шудани радикали алкилӣ басомадҳои лаппиши валентии чузъи имидазо[2,1-*b*][1,3,4]-тиадиазолӣ лағзиши химиявии протонҳои $\text{C}(5)-\text{H}$ ва *para*-толилгуруҳ дар ноҳияҳои заиф ошкор гардиданд. Муҳимтарин собатаҳои физики-химиявии пайвастагҳои 1 - 5 дар ҷадвали 1 дарҷ гардидаанд.

Маълумотҳои пайдошуда бидуни шак ба сохтори моддаҳои 2-5 муҳолиф намебошанд.

Ҷадвали 1. Маълумотҳои тайфнамоии пайвастагҳои 1-5

№	Тайфи ИС, ν , cm^{-1}	Тайфи ^1H РМХ, х.м. дар CDCl_3
1	1660- $\text{C}=\text{N}_{\text{тиадиазол}}$, 1584- $\text{C}=\text{N}_{\text{имидазол}}$, 1494- $\text{C}=\text{C}_{\text{имидазол}}$, $\text{C}-\text{S}-\text{C}$, 627 cm^{-1} $\text{C}-\text{Br}$ (C-2), 826 cm^{-1} 710 то 998 cm^{-1} 1060 то 1166 (<i>n</i> -толил)	7.65 ($\text{H}, \text{CH}-\text{Ph}-m$), 7.76 ($\text{H}, \text{CHPh}-o$), 8.75 (s, $^1\text{H}, \text{CH}-5$).

2	1502, 1468, 1466 ва 737 см ⁻¹ C=N _{тиадиазол} , C=N _{имидазол} , C=C _{имидазол} C-S-C _{имидазо} тиадиазол C-NH-3116 см ⁻¹ CH ₃ - 2744см ⁻¹	¹ H: (400 MHz, cdcl ₃) δ = 7.06 х.м. (s, ¹ H); ¹ HPMХ-спектордар CDCl ₃ 1.89 х.м. (t, 3H, CH ₃), 4.98 х.м. (t, 1H, NH), 7.01 х.м (C(5)-H) , 6.63 х.м. (d, H-o) 6.53 х.м. (d, H-m).
3	1602, 1568, 1556 ва 687 см ⁻¹ C=N _{тиадиазол} , C=N _{имидазол} , C=C _{имидазол} C-S-C _{имидазо} тиадиазол C-NH-3126 см ⁻¹ ва барои CH ₃ - 2757см ⁻¹	CDCl ₃ , 1.13х.м. (t, 3H, CH ₃), 3.25х.м. (s, 2H, CH ₂), 4.28х.м. (s, ¹ H, NH), 7.32 (d, H-o) ва 7.50 х. м. (d, H-m), 8.03 х.м. (C(5)-H).
4	1668, 1658, 1566 ва 678 см ⁻¹ C=N _{тиадиазол} , C=N _{имидазол} , C=C _{имидазол} C-S-C _{имидазо} тиадиазол C-NH-3136 см ⁻¹ ва барои CH ₃ - 2757см ⁻¹	CDCl ₃ , 7.87 х.м. C(5)-H, 7.74 (d, H- o) ва 6.95 х.м. (d, H-m), 1.33 (t, 3H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH), 3.21 (d, 2H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH), 3.31 (d, 2H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH), ва 3.97 х. м. (s, ¹ H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH).
5	1609, 1578, 1466 647 см ⁻¹ C=N _{тиадиазол} , C=N _{имидазол} , C=C _{имидазол} C-S-C _{имидазо} тиадиазол C-NH-3113 см ⁻¹ ва барои CH ₃ - 2834 см ⁻¹ .	CDCl ₃ , 0.89 0.91 (t, 3H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH), 1.39(d, 2H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH), 1.45 (d, 2H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH), 3.29 (d, 2H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH) ва 4.78м. д. (s, ¹ H, CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH).

Методи таҳқиқот

Спектрҳои ИС-и моддаҳо дар дастгоҳи UR-20 дар лавҳаҳои дорои қабати тунуки KBr дар консентратсияи 1:200 мг, дар дастгоҳи Перкин-Элмер Спектр-65 (дар доираи 400-4000 см⁻¹) сабт карда шуданд. Тозагии пайвастагиҳои ба даст овардашуда тавассути хроматографияи тунукқабати навъи “Silufol UV-254” дар системаҳои бензол: спирт (2:1), спирт: хлороформ (3:1) назорат карда шуд. Догҳо дар хроматограммаҳо бо буғи йод ошкор карда шуданд. Таркиби элементарӣ дар аппарати Перкин-Элмер-2400 муайян карда шуд. Ҳарорати обшавӣ дар марҳилаи микрогармкунаки «Boetus» бо қадами ҳарорати 4°C/дақ⁻¹ чен карда шуд.

Спектрҳои ¹H PMХ дар асбоби Tesla BS-487C бо басомади қорӣ 100 МГц дар маҳлулҳои DMSO-d₆ ва CDCl₃ сабт карда шуданд, ки бо тағирёбии кимиёвӣ нисбат ба гексаметилендиэтилоксан (ГМДОН) ҳамчун стандартӣ дохилӣ дода шудаанд.

Тозагии пайвастагиҳои ба даст овардашуда ва ҷараёни реаксияҳо тавассути хроматографияи қабати тунук дар плитаҳои стандартӣ SilufolUV-254 дар системаҳои дибутил эфир-бутанол-1 (2:1) назорат карда шуданд; дибутил эфир - этилацетат-диэтил эфир (1:1); дибутил эфир-изопропанол (5:1); дибутил эфир-этанол (3:1). Догҳои руи пластинкаи хроматографӣ дар камера бо шуоъҳои ультрабунафш бо дарозии мавҷашон 150—300 нм муоина карда шуданд.

Хулоса

1. Коркарди усулҳои функционалиронии 2-бром-6-(пара-толил)имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол бо аминҳои мухталиф дар асоси реаксияи муъовизаи нуклеофилӣ бори аввал анҷом дода шуд;

2. ҳамзамон усулҳои нави такмилёфтаи синтези ҳосилаҳои 2-муъовизавии 6-(пара-толил)имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол тавассути атоми бромӣ мавқеи C(2)-Br-ҷузъи тиадиазолии гетеросикли мазкур, ки қобилияти ғазоли реаксионӣ зиёд дорад коркард шуд.

3. Пайвастагиҳои нав синтезшуда мавриди омӯзиш тайфнамоӣ қарор дода шуда, бо истифода аз усулҳои тайфсанҷии ИС-, ¹H, ¹³C PMХ ва таҳлиلى унсурӣ мавриди таҳқиқи усулҳои физику-кимиёвӣ қарор дода шуданд;

4. Натиҷаи таҳлилоти тайфнамоии пайвастагиҳои нави синтезшуда, нишон дод, ворид намудани гуруҳҳои функционалии нав ба зудии фурубарии лаппишҳои валентӣ ва лағзиши химиявии протонҳо ва атомҳои карбони қузыи имидазо[2,1-*b*][1,3,4]-тиадиазолӣ таъсири назаррас менамоянд;

5. Исбот карда шуд, ки атоми бром мавқеи дуҷуми ҳалқаи имидазо[2,1-*b*][1,3,4]-тиадиазол бо аминҳои мухталиф ба осони ба реаксияи ҷойгирии нуклеофилӣ дохил мешавад.

АДАБИЁТ

1. Synthesis and biological evaluation of new imidazo[2,1-*b*][1,3,4]-thiadiazole-benzimidazole derivatives / J. Ramprasad, N. Nayak, U. Dalimba[et al.] // *European Journal of Medicinal Chemistry*. -2015. - V.95. - P. 49-63.

2. Зоидова М.Т., Ходжибоев Ю., Рахмонов Р.О., Хаджи Акбар Айс. / Реакция окисления 2-алкил/алкилалкиленсульфидпроизводных 5R-6-п-бромфен-илимидазо-[2,1-*b*]-1,3,4-тиадиазолам. The 4th International Symposium on edible Plant Resources and the bioactive Ingredients. Dushanbe. Tajikistan. July 24th to 28th. -2014. -P. 126-127.

3. Chopra, I.; Hesse, L.; O'Neill, A. J. Using modern knowledge of antibiotic action to discover new drugs. *J. Appl. Microbiol.* 2002, 92, 4S–15S. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].

4. Shakyal A.K., Patnaik G.K., Mishra P. Synthesis and biological evaluation of 2-[substituted acetyl]amino-5-alkyl-1,3,4-thiadiazoles // *Eur. J. Med. Chem.* 1992. Vol. 27. №1. P. 67-71.

5. Dogan H.N., Duran A., Rollas S., Sener G., Uysal M.K., Gülen D. Synthesis of new 2,5-disubstituted-1,3,4-thiadiazoles and preliminary evaluation of anticonvulsant and antimicrobial activities // *Bioorg. Med. Chem.* 2002. Vol. 10. № 9. P. 2893-2898.

6. Patrick, G. L. (2002). *Introduction to Medicinal Chemistry*; Oxford University Press: Oxford, UK, 2023.).

7. Damalanka, V.C.; Wildman, S.A.; Janetka, J.W. Piperidine carbamate peptidomimetic inhibitors of the serine proteases HGFA, matriptase and hepsin. *Med. Chem. Commun.* 2019, 10, 1646–1655. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].

8. Keri, R.S.; Patil, M.R.; Patil, S.A.; Budagumpi, A. A comprehensive review in current developments of benzothiazole-based molecules in medicinal chemistry. *Eur. J. Med. Chem.* 2015, 89, 207–251. [Google Scholar] [CrossRef].

9. Rouf, A.; Tanyeli, C. Bioactive thiazole and benzothiazole derivatives. *Eur. J. Med. Chem.* 2014, 97, 911–927. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].

10. Sulthana, S.; Pandian, P. A review on indole and benzothiazole derivatives its importance. *J. Drug. Deliv. Therap.* 2019, 9, 505–509. [Google Scholar] [CrossRef].

11. Prajapati, N.P.; Vekariya, R.H.; Borad, M.A.; Patel, H.D. Recent advances in the synthesis of 2-substituted benzothiazoles: A review. *RSC Adv.* 2014, 4, 60176–60208. [Google Scholar] [CrossRef].

12. Synthesis and biological evaluation of new imidazo[2,1-*b*][1,3,4]-thiadiazole-benzimidazole derivatives / J. Ramprasad, N. Nayak, U. Dalimba[et al.]// *European Journal of Medicinal Chemistry*. -2015. - V.95. - P. 49-63.

Ш.С.ШАРИПОВ, Р.О. РАХМОНОВ, Ю. ХОДЖИБОЕВ, Б.Ф. САФАРОВ, А.С. АБДУРАХМОНЗОДА

СИНТЕЗ 2-АМИНОПРОИЗВОДНЫХ 5Н-6-(ПАРА-ТОЛИЛ)ИМИДАЗО[2,1-В][1,3,4]-ТИАДИАЗОЛА НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ

Институт химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан

*На основе реакций нуклеофильного замещения осуществлен синтез 2-аминопроизводных 5Н-6-(пара-толил)имидазо[2,1-*b*][1,3,4]-тиадиазола. Физико-химические свойства полученных соединений изучались с помощью спектроскопии ЯМР ¹H,*

¹³C и ИК. Ход реакции нуклеофильного замещения присоединения позволяет предположить, что 2-бром-5H-6-(пара-толил)имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол реагирует с первичными аминами в присутствии этилового спирта, замещая бром во втором положении кольца первичными аминами.

Ключевые слова: 2-бром-5H-6-(пара-толил)имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол, ИК (инфракрасный) ¹H и ¹³C ЯМР (ядерный магнитный резонанс), 2-метиламин/этиламин/пропиламин/бутиламин-5H-6-(пара-толил)имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол.

SH. S. SHARIPOV, R.O. RAKHMONOV, Y. KHODZHIBOEV, B.F. SAFAROV,
A.S. ABDURAKHMONZODA

SYNTHESIS OF 2-AMINO DERIVATIVES OF 5H-6-(PARA-TOLYL)IMIDAZO[2,1-B][1,3,4]-THIADIAZOLE BASED ON THE NUCLEOPHILIC SUBSTITUTION REACTION

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Based on nucleophilic substitution reactions, 2-amino derivatives of 5H-6-(para-tolyl)imidazo[2,1-b][1,3,4]-thiadiazole were synthesized. The physicochemical properties of the obtained compounds were studied using NMR ¹H, ¹³C and IR spectroscopy. The course of the nucleophilic addition reaction suggests that 2-bromo 5H-6-(para-tolyl)imidazo[2,1-b][1,3,4]-thiadiazole reacts with primary amines in the presence of ethyl alcohol, replacing bromine in the second position of the ring with primary amines.

Key words: 2-bromo 5H-6-(para-tolyl)imidazo[2,1-b][1,3,4]-thiadiazole, IR (infrared) ¹H and ¹³C NMR (nuclear magnetic resonance), 2-methylamine/ethylamine/propylamine/butylamine-5H-6-(para-tolyl)imidazo[2,1-b][1,3,4]-thiadiazole.

SYNTHESIS AND STUDY OF SOME PROPERTIES OF SOLID SOLUTIONS Yb_{14-x}Pr_xMnSb₁₁

M.N. Abdusalyamova¹, F.A. Makhmudov¹, Susan M.Kauzlarich²

¹*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS of Republic of Tajikistan*

amahsuda@mail.ru

²*Chemical department, One Shields Ave, University of California, Davis, USA*

Annotation. The solid solutions Yb_{14-x}Pr_xMnSb₁₁ (x= 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9) were grown as single crystals via Sn flux. All phases crystallized in tetragonal Ca₁₄AlSb₁₁. The maximum amount of Pr was determined from wavelength dispersive microprobe analysis to be x ≈ 0.45. Data on structure, melting point, thermal dilation are presented in this paper

Keywords: Rare Earth Elements, Zintl Phase, Materials

Yb₁₄Mnsb₁₁ is a rare earth Zintl compound with interesting thermoelectric and magnetic properties [1,2]. The solid solutions with La, Ce, Tm, Lu (partial substitution Yb) [3-6], with Al (replacement of Mn) [7], Ge, Te (partial substitution Sb) [8,9].

In this work single crystals were prepared and the melting temperature and thermal dilatation were measured. Single crystals of Yb_{14-x}Pr_xMnSb₁₁ were grown from a molten Sn flux by weighing powders Yb and Pr (99,9%, Aldrich), Mn (99,99%, Aldrich), ingot Sb(99,9999%) in a glassy carbon crucible [1].

The samples were analyzed using a Camera JXA-8100 (JEOL, Japan) Electron Probe Micro-analyzer equipped with a wavelength-dispersive spectrometer with 20 keV accelerating potential and 30nA beam current. Net elemental intensities were determined with respect to calibration standards of YbPO₄, PrPO₄, SnO₂, Sb and Al-garnet-Arizona ruby O-145 for Mn. The composition of the major phase in each sample was determined by calculating averages and standard deviations from 15-30 random data points. The composition of the minor phases was determined from 5-7 data points depending on the

phase area and it was not sufficient for standard deviation. The experimental data were treated mathematically and the compositions of the major and minor phases and their errors calculated are given in Table 1

X-ray diffraction patterns were recorded for the grinded powder 20-30 mg samples using diffractometer PhilipsPW1830, (automatic divergence slit, q - $2q$ geometry, external silicon standard, monochromatized $\text{CuK}\alpha$ radiation, the range $20^\circ < 2\theta < 70^\circ$, scan widths of 0.02° , exposure time of 4 s/frame, sometimes exposure time was 10s/frame to improve of the pattern quality. Error of goniometer was 0,005 rad, that results to error in 0,05% in angle distance more than 30° in 2θ . Total time recording for one pattern was 4-6 h.

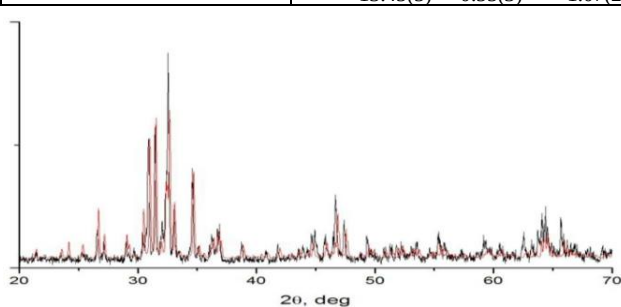
Thermal analysis with 2-3 mg was repeated 3-5 times with each sample. Two procedures were developed to study thermal stability of the tested samples. The first was heating with the rate of $3000^\circ\text{C}/\text{min}$ up to 1900°C in apparatus with the He pressure equal to 7 atm. During heating, all variations with the sample were fixed and related to appropriating peaks on the heating curve. The second procedure was step-by-step heating with examination what happens with the sample being heated to a given temperature. Three temperatures were taken: up to 1500°C , then 1750°C and at last 1900°C to fix stability without any vaporization, melting, and incongruent evaporation of melt. The apparatus was calibrated by melting point of Pd (1554°C) used as standard and this action was performed before and after measurements of the sets of the samples.

Thermal expansion measurements were made on indicator dilatometer. Cylindrical samples with diameter of 4 mm, length of 10-13 mm were placed in quartz ampoule that is firmly attached to by screws to the upper apparatus flange. The sample was heated in the range of 25 - 750°C , at rate 5 - $6^\circ/\text{min}$.

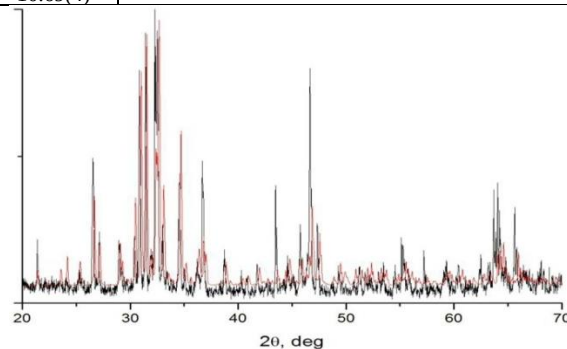
The composition of the major phase in each sample was determined by calculating averages and standard deviations from 15-30 random data points. The composition of the minor phases was determined from 5-7 data points depending on the phase area and it was not sufficient for standard deviation. The experimental data were treated mathematically and the compositions of the major and minor phases and their errors calculated are given in Table 1

Table 1. Composition of the major and minor phases observed by EMP analysis

Nominal composition	Composition of major phase	Composition of impurity phases
$\text{Yb}_{13.9}\text{Pr}_{0.1}\text{MnSb}_{11}$	$\text{Yb}_{13.91(6)}\text{Pr}_{0.09(2)}\text{Mn}_{1.11(2)}\text{Sb}_{10.73(5)}$ $\text{Yb}_{13.90(6)}\text{Pr}_{0.10(1)}\text{Mn}_{1.10(2)}\text{Sb}_{10.67(5)}$	$\text{Yb}_1\text{Mn}_{2.1}\text{Sb}_2$ Sn
$\text{Yb}_{13.7}\text{Pr}_{0.3}\text{MnSb}_{11}$	$\text{Yb}_{13.81(3)}\text{Pr}_{0.19(2)}\text{Mn}_{1.10(1)}\text{Sb}_{10.69(4)}$ $\text{Yb}_{13.76(6)}\text{Pr}_{0.24(3)}\text{Mn}_{1.10(2)}\text{Sb}_{10.67(6)}$	$\text{Yb}_1\text{Mn}_{2.1}\text{Sb}_2$ Sn
$\text{Yb}_{13.5}\text{Pr}_{0.5}\text{MnSb}_{11}$	$\text{Yb}_{13.75(5)}\text{Pr}_{0.28(2)}\text{Mn}_{1.09(1)}\text{Sb}_{10.68(4)}$ $\text{Yb}_{13.62(4)}\text{Pr}_{0.38(3)}\text{Mn}_{1.08(2)}\text{Sb}_{10.70(4)}$	$\text{Yb}_1\text{Mn}_{2.1}\text{Sb}_2$ Sn
$\text{Yb}_{13.3}\text{Pr}_{0.7}\text{MnSb}_{11}$	$\text{Yb}_{13.58(5)}\text{Pr}_{0.42(3)}\text{Mn}_{1.08(2)}\text{Sb}_{10.60(6)}$ $\text{Yb}_{13.50(5)}\text{Pr}_{0.50(4)}\text{Mn}_{1.08(2)}\text{Sb}_{10.62(5)}$	$\text{Yb}_1\text{Mn}_{2.2}\text{Sb}_{2.1}$ Sn
$\text{Yb}_{13.1}\text{Pr}_{0.9}\text{MnSb}_{11}$	$\text{Yb}_{13.46(8)}\text{Pr}_{0.54(4)}\text{Mn}_{1.09(2)}\text{Sb}_{10.60(6)}$ $\text{Yb}_{13.45(5)}\text{Pr}_{0.55(3)}\text{Mn}_{1.07(2)}\text{Sb}_{10.69(4)}$	$\text{Yb}_1\text{Mn}_2\text{Sb}_{2.1}$ $\text{YbSn}_{1.6}\text{O}_x$ Sn



a



b

Fig.1. Power X-ray diffraction data for $\text{Yb}_{13.9}\text{Pr}_{0.1}\text{MnSb}_{11}$ (a) and $\text{Yb}_{13.5}\text{Pr}_{0.5}\text{MnSb}_{11}$ (b) (experimental diffraction patterns are marked with red color, theoretical ones with black)

The lattice parameters were refined by the Rietveld refinement program PCW2.3 and given in Table 2. The parameters were also used to construct their graphic dependence against the chemical composition. Here we give figures where data of nominal and real compositions of the doped element taken from Table 1 are plotted on the graphs.

Table 2. Unit cell parameters of the samples $\text{Yb}_{14-x}\text{Pr}_x\text{MnSb}_{11}$

Pr, x	a, Å	c, Å	V, Å ³
0,1	16.641(8)	22.031(11)	6100,89
0,3	16.648(8)	22.035(11)	6107,13
0,5	16.652(8)	22.041(11)	6111,73
0,7	16.659(8)	22.041(11)	6116,87
0,9	16.666(8)	22.063(11)	6128,12

Thermoanalysis found that sample melts at high temperature (Table3). Melting point values and thermal expansion coefficient are gathered in Table 3.

Table 3. Thermal characteristics of the test samples

Nominal and real compositions	Melting point, °C ± 20°C	Thermal expansion coefficient, $\alpha \cdot 10^6, \text{degree}^{-1}$
$\text{Yb}_{13.9}\text{Pr}_{0.1}\text{MnSb}_{11}$ x=0.09, 0.10	1714	16.8
$\text{Yb}_{13.7}\text{Pr}_{0.3}\text{MnSb}_{11}$ x=0.19, 0.24	1719, 1765	17.7
$\text{Yb}_{13.5}\text{Pr}_{0.5}\text{MnSb}_{11}$ x= 0.28, 0.38	1765	15.5
$\text{Yb}_{13.3}\text{Pr}_{0.7}\text{MnSb}_{11}$ x= 0.42, 0.50	1764	18.0
$\text{Yb}_{13.1}\text{Pr}_{0.9}\text{MnSb}_{11}$ x= 0.54, 0.55	1785	18.1

Both thermal expansion coefficients, melting temperatures evidences of changes after composition of praseodymium $x \approx 0,5$ characteristics. Probably it can be explained by that fact that solubility limit of Pr in $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ switches to this concentration.

References

1. J.Y. Chan, M.M. Olmstead, S.M. Kauzlarich, D.J. Webb. Structure and ferromagnetism of the rare-earth Zintl compounds: $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ and $\text{Yb}_{14}\text{MnBi}_{11}$ -Chem.Mater., 1998, v.10, p.3583
2. S.R.Brown, S.M.Kauzlarich, F.Gascoin, G.J.Shyder. “ $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ ” – new high efficiency thermoelectric materials for power generation. -Chemical Mater.,2006, v.16, p.1873
3. B. C. Sales, P. Khalifah, T. P. Enck, E. J. Nagler, R. E. Sykora, R. Jin, and D. Mandrus. Kondo lattice behavior in the ordered dilute magnetic semiconductor $\text{Yb}_{14-x}\text{La}_x\text{MnSb}_{11}$.-Physical Review B 72, 205207 (2005).
4. Jason H. Grebenkemper, Susan M. Kauzlarich. Magnetic and structural effects Ce substitution in $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$.- APL Materials, 2015, 3, p.0415031-0415037
5. Catherine A. Uvarov, M.Abdusalyamova, Kurt Star, Jean-Pierre Fleurial and Susan M. Kauzlarich. The effect of Tm substitution on the thermoelectric performance of $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$.- Science of Advance Materials, 2011, vol.3, p.652-658.
6. Gui Yu, Yi Chen, Hanhui Xie, G. Jeffrey, Chenguang Fu, Jinshu Fu, Jinshu Xu, Xinding Zhao, Tiejun Zhu. Improved thermoelectric properties in Lu- doped $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ Zintl compounds. - Applied Physics Express, 2012, v.5, p.031801-031803.
7. E.S.Toberer, C.A.Cox G.J.Shyder, S.R.Brown, T.Ikeda, S.M.Kauzlarich, A.F.May.Traversing the metal- insulator in Zintl phase: rational enhancement of thermoelectric efficiency in $\text{Yb}_{14}\text{Mn}_x\text{Al}_{1-x}\text{Sb}_{11}$ - Advanced Functional Materials, 2008, v.18, p.2785
8. J.F.Rauscher, C.A.Cox, T.Yi, C.H.Beavers, K.Klayins, E.S.Toberer, G.J.Shyder, S.M.Kauzlarich. Synthesis, structure, magnetism and high temperature thermoelectric properties of Ge doped $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ - Dalton Transactions, 2010, v.39, p.1055.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Yb}_{14-x}\text{Pr}_x\text{MnSb}_{11}$

Абдусаломова М. Н., Махмудов Ф.А., Сюзан М. Козларич
Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистан, г. Душанбе, Республика
Таджикистан

Химический факультет, пр. Шилдс, 1, Калифорнийский университет, Дэвис, США

Аннотация. Твёрдые растворы $Yb_{1-x}Pr_xMnSb_{1.1}$ ($x = 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9$) были получены в виде монокристаллов с использованием потока олова (Sn). Все фазы кристаллизуются в тетрагональной структуре типа $Ca_{1.4}AlSb_{1.1}$. Максимальное содержание Pr было определено с помощью микронзондового анализа с дисперсией по длине волны и составило приблизительно $x \approx 0.45$. В данной работе представлены данные о структуре, температуре плавления и термическом расширении.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, фазы Цинтля, материалы-

... ————— || ◇ ————— ...

Розиков У.А., Рахмонов Р.О., Шарипов Ш.С., Ходжибоев Ю.

СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ 2-АМИНО-7-ФЕНИЛ-5Н-[1,3,4] ТИАДИАЗОЛО[3,2-А]ПИРИМИДИН-5-ОНА

Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail:
rozikov.umed94@mail.ru

Аннотация: производные тиадиазолпиримидина широкими областями применения обладают высокой биологической активностью, в частности, ингибирующими, противораковыми, противовирусными свойствами и широко применяются при лечении или профилактики тромбических расстройств. Целью данной работы явилось синтез производных тиадиазолпиримидинов. Производных 2-амино-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-она были получены, из 2-бром-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-она и соответствующих аминов. Получение соединения с высоким выходом были очищены перекристаллизацией. Установлены структура синтезированных соединения методом ИК- и ЯМР-спектроскопии. Ожидается, что синтезированные соединений будут развиваться как биологически активных веществ в медицине.

Ключевые слова: синтез; производных тиадиазолпиримидина; тиадиазол; пиримидин; ЯМР-спектроскопии.

Появление штаммов бактерий, устойчивых к широко используемым антибиотикам, представляет собой значительную глобальную угрозу здоровью, приводящую к глубоким экономическим и социальным последствиям [1,2]. Хронические инфекции, вызванные устойчивыми к антибиотикам штаммами, стали одной из основных причин смертности во всех возрастных группах [3]. Рост числа таких инфекций представляет собой значительную угрозу для здоровья населения, требуя неотложного внимания и инновационных подходов к борьбе с нарастающим кризисом. Производные тиадиазолпиримидина широкими областями применения обладают высокой биологической активностью, в частности, ингибирующими [4], противораковыми [5], противовирусными [6] свойствами и широко применяются при лечении или профилактики тромбических расстройств [7]. Так же используется как ингибиторы щелочных фосфатаз [8], пирофосфатаз нуклеотида [9], и дипептидил пептидаз-4 [10]. Существуют многочисленные разработанные методы и практические подходы к синтезу производных тиадиазолпиримидинов. В работах [11,12] показаны методы синтеза производных тиадиазолпиримидинов из 2-амино-5R-1,3,4-тиадиазола с ацетоуксусным эфиром и дикетоном [13,14].

Исходя из этого, целью данной работы явилось синтез производных тиадиазолпиримидонов, установление структуры полученных веществ, определение выход канечного продукта реакции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходного объекта использовали 2-бром-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-она (С), которого, также был синтезирован из 5-бром-1,3,4-тиадиазол-2-аминa (А) и этил-3-оксо-3-фенилпропаноата (В) по схеме 1. На основе соединения. С были синтезированы шесть новых веществ производных тиадиазолпиримидонов по схеме 2. С целью дальнейшего установления структуры этих веществ исползовали ИК- и ЯМР-спектроскопии. В инфракрасных спектрах (ИК-спектрах) соединений имеются полосы валентных колебаний карбонильной группы в области 1700-1690 см⁻¹. Полосы поглощения иминогруппы проявляются в области 3200-3180 см⁻¹, а сигналы в области 2920-2930 см⁻¹ соответствуют колебаниям метиленовой группы. Сигналы C=N фрагмента гетероцикла проявляются в области 1575-1650 см⁻¹.

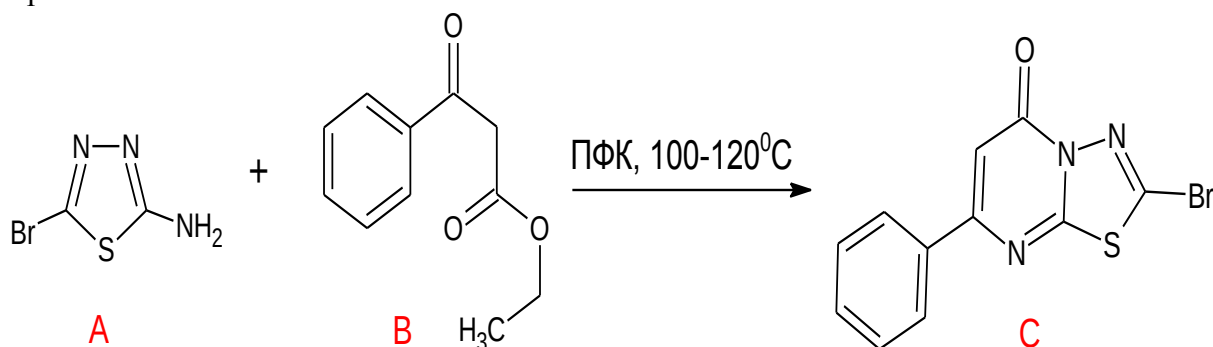


Схема 1. Получение 2-бром-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-она из 5-бром-1,3,4-тиадиазол-2-аминa (А) и этил-3-оксо-3-фенилпропаноата.

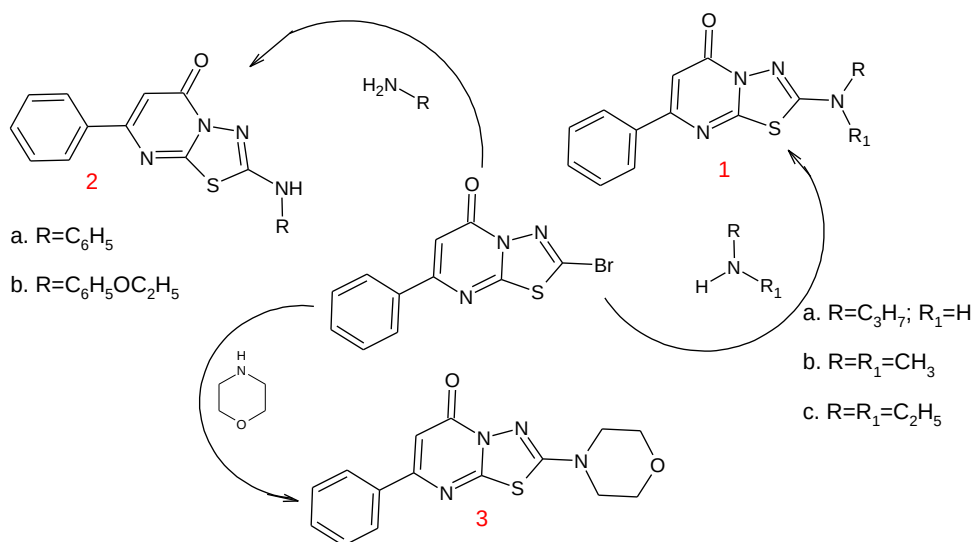


Схема 2. Синтез производных 2-амино-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-она из 2-бром-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-она.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cascioferro, S.; Parrino, B.; Carbone, D.; Pecoraro, C.; Diana, P. Novel Strategies in the War against Antibiotic Resistance. *Future Med. Chem.* 2021, 13, 529–531.
2. Ventola, C.L. The Antibiotic Resistance Crisis. *Pharm. Ther.* 2015, 40, 277–283.

3. Romandini, A.; Pani, A.; Schenardi, P.A.; Pattarino, G.A.C.; De Giacomo, C.; Scaglione, F. Antibiotic Resistance in Pediatric Infections: Global Emerging Threats, Predicting the Near Future. *Antibiotics* 2021, 10, 393.
4. A novel class of ion displacement ligands as antagonists of the $\alpha\text{IIb}\beta_3$ receptor that limit conformational reorganization of the receptor / J.K. Jiang, J.G. McCoy, M. Shen [et al.] // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* – 2014. – V.24. – P. 1148- 1153.
5. Kodihalli, C. Ravindra. Synthesis and antimicrobial activity of novel naphtho[2,1-b]furo-5H-[3,2-d] [1,3,4] thiadiazolo[3,2-a] pyrimidin-5-ones / Kodihalli C. Ravindra, Hosadu M. Vagdevi, Vijayvithal P. Vaidya // *ARKIVOC.* – 2008. – V.11. – P. 1-11.
6. RNA Synthesis Inhibition by 1,3,4- Thiadiazolo[3,2-a] pyrimidines / M. Suiko, E. Naniguchi, M. Maekawa [et al.] // *Agric. and Biol. Chem.* – 1979. – V.43. – P. 741-746.
7. Synthesis and xanthine oxidase inhibitory activity of 7-methyl-2-(phenoxyethyl)-5H-[1,3,4]thiadiazolo[3,2-a]pyrimidin-5-one derivatives / K.R. Sathisha, S.A. Khanum, J.N. Narendra Sharath Chandra [et al.] // *Bioorg. Med. Chem.* – 2011. – V.19. – P. 211-220.
8. Synthesis of 2-arylated thiadiazolopyrimidones by Suzuki–Miyaura cross-coupling: a new class of nucleotide pyrophosphatase (NPPs) inhibitors / B. Jafari, N. Yelibayeva, M. Ospanov [et al.] // *RSC Adv.* – 2016. –V.6. – P. 107556-107571.
9. Щелочные фосфаты (APs), 2-замещенные-7- трифторметил-5-оксо-5H -1,3,4-тиадиазоло[3,2-a]пиримидины как щелочные ингибиторы фосфатаз. Синтез, отношение активности структуры и исследование молекулярной стыковки / Б. Джафари, С. С. Мамаджоева, М. Дж. Халикова [и др.] // *Вестник ТНУ.* – 2020. -№2. - С. 177-186.
10. Structure-based virtual screening of dipeptidyl peptidase 4 inhibitors and their in vitro analysis / Shafiq Ur Rahman, Hafiz Saqib Ali, Behzad Jafari [et al.] // *Comput Biol Chem.* -2020. Online ahead of print: DOI: 10.1016 / j.compbiolchem. 2020.107326.
11. Synthesis and transformations of 2-(5-amino-(mercapto)-1,3,4-thiadiazolylthio)-7-methyl-5-oxo-5H-1,3,4-thiadiazolo[3,2-a]pyrimidines / S.S. Shukurov, M.A. Kukaniev, I.M. Nasyrov [et al.] // *Russ. Chem. Bull.* -1993. -V. 42. -P. 1871–1874.
12. Kukaniev, M. A. Synthesis and Conversion of 6-Fluoro Derivatives of 1,3,4-Thiadiazolo-[3,2-a]pyrimidine / M.A. Kukaniev, C. Párkányi // *J. Het. Chem.* – 2011. - V 48. - P. 1308-1311.
13. Paul, H. Ueber einige Umsetzungen von 2,5-diamino-1,3,4-thiadiazol mit -ketocarbonsäureestern und mit diketenen / H. Paul, A. Sitte // *Monatsh. Chem.* 1971. - V. 102. -№2. - P. 550-557.
14. Okabe, T. Reaction of 2-amino-5-substituted-1,3,4-thiadiazole with 1,3-dicarbonyl compound / T. Okabe, E. Taniguchi, K. J. Maekawa // *Fac. Agr. Kyushu Univ.* – 1973. - V. 17. - №2. -P. 195-202.

СИНТЕЗИ 2-АМИНО-7-ФЕНИЛ-5Н-[1,3,4]ТИАДИАЗОЛО[3,2-А]ПИРИМИДИН-5-ОН

Розиков У.А., Рахмонов Р.О., Шарифов Ш.С., Хочибоев Ю.

Институту химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Шарҳи мухтасар. Ҳосилаҳои тиадиазолпиримидин доираи васеи истифодабарӣ дошта, фаъолияти баланди биологӣ, махсусан, ингибиторӣ, зиддисаратонӣ, зиддивирӯсӣ доранд ва дар табобат ё пешгирии ихтилоли тромботикӣ васеъ истифода мешаванд. Ҳадафи ин кор синтези ҳосилаҳои тиадиазолпиримидин мебошад. 2-Амино-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-он мувофиқан аз ҳосилаҳои 2-бромо-7-фенил-5Н-[1,3,4]тиадиазоло[3,2-а]пиримидин-5-аминҳо ба даст оварда шуданд. Пайвастиҳои бадастомада бо роҳи кристаллизатсия бо маҳсулнокии баланд тоза карда шуданд. Сохтори пайвастиҳои синтезшуда тавассути тайфнамоии ИС ва РМХ муайян карда шуд. Интизор меравад, ки пайвастиҳои синтезшуда ҳамчун моддаҳои фаъоли биологӣ дар тиб истифода карда шаванд.

Калидвожаҳо: синтез; ҳосилаҳои тиадиазолпиримидин; тиадиазол; пиримидин; Спектроскопияи NMR.

SYNTHESIS OF DERIVATIVES OF 2-AMINO-7-PHENYL-5H-[1,3,4]THIADIAZOLO[3,2-A]PYRIMIDIN-5-ONE

Rozikov U. A., Rahmonov R. O., Sharipov Sh. S., Hojiboev Yu.

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Abstract: *Thiadiazolopyrimidine derivatives with broad applications have high biological activity, in particular, inhibitory, anticancer, and antiviral properties, and are widely used in the treatment or prevention of thrombotic disorders. The aim of this work was to synthesise thiadiazolopyrimidine derivatives. Derivatives of 2-amino-7-phenyl-5H-[1,3,4]thiadiazolo[3,2-a]pyrimidin-5-one were obtained from 2-bromo-7-phenyl-5H-[1,3,4]thiadiazolo[3,2-a]pyrimidin-5-one and the corresponding amines. Compounds with high yield were purified by recrystallisation. The structure of the synthesised compounds was determined by IR and NMR spectroscopy. It is expected that the synthesised compounds will be developed as biologically active substances in medicine.*

Keywords: *synthesis; thiadiazolopyrimidine derivatives; thiadiazole; pyrimidine; NMR spectroscopy.*

СИНТЕЗ 2-ГИДРАЗОНОТИАЗОЛИДИН-4-ОНА НА ОСНОВЕ ОКСИКЕТОНА АЦЕТИЛЕНОВОГО СПИРТА

*** Э.Х. Пулатов, Б.Г. Мавлонов, Т.Х. Абдуллаев, Н.А. Хаётов, С. Умаров**

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,

*Республика Таджикистан, *E-mail: Pulod510@mail.ru*

Путём взаимодействия оксикетона ацетиленового спирта с тиосемикарбазидом получен соответствующий тиосемикарбазон, который последующим взаимодействием монохлоруксусной кислотой и этиловым эфиром хлорпропионовой кислотой трансформирован в соответствующие 2-гидразонотиазолидин-4-оны.

Продукты конденсации оксикетонов ацетиленовых спиртов с S и N-содержащими бинуклеофилами образуют ценные в синтетическом плане тиосемикарбазоны, которые посредством нуклеофильным замещением с различными рода электрофилами образуют S и N-содержащие гетероциклы.

В отечественных и зарубежных литературах [1-4] широко представлены биологической активности, включая антиагрегантные, противовоспалительные и противотуберкулёзные свойства, производные 6Н-1,3,4-тиадиазина полученные на основе промежуточных тиосемикарбазонов, которые в последние годы активно исследуются как потенциальные лекарственные соединения.

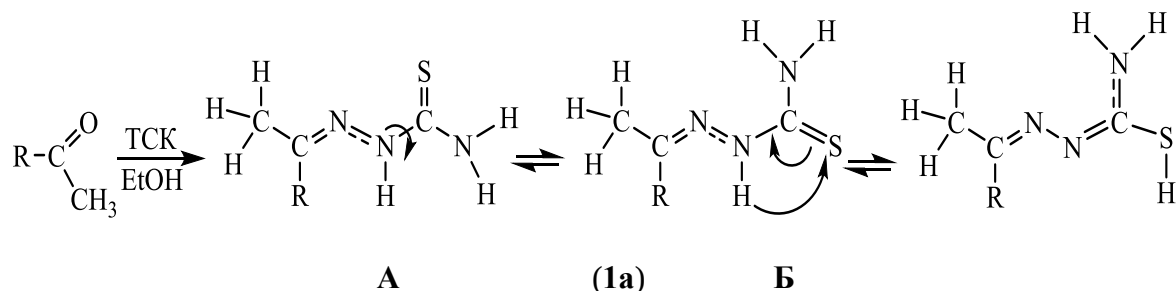
Указанные тиосемикарбазоны, также представляют собой многофункциональные полупродукты, широко применяемые в синтезе 6Н-1,3,4-тиадиазиновых гетероциклов [5]. Среди представителей этого класса также обнаружены вещества с высокой антикоагулянтной активностью по отношению к крови животных.

Авторами работ [6] посредством незамещенных и N(1) замещенных тиосемикарбазидов проведен реакция взаимодействия с электрофильными реагентами, такими как, монохлоруксусной кислотой и его производным в различных средах и растворителей, которые получены пяти- и шестичленные S- и N-содержащие гетероциклы. При этом в случае растворителя этилового спирта и катализатора ацетата натрия в качестве конечного продукта получен более 80%-ным выходом 2-гидразоно-1,3-тиазолидин-4-он.

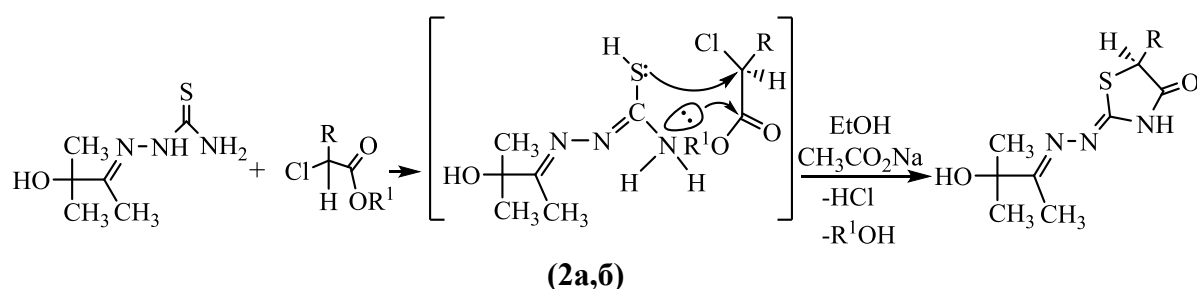
В настоящей работе представлены данные, касающиеся первой стадии синтеза тиосемикарбазона (**1a**), которые происходят при взаимодействии оксикетона ацетиленового спирта с бинуклеофильным реагентом – тиосемикарбазидом, которые впоследствии были трансформированы в 2-гидразоно-1,3-тиазолидин-4-оны путём взаимодействия синтезированного тиосемикарбазона

(1a) с монохлоруксусной кислотой (МХУК) и этиловым эфиром 2-хлорпропионовой кислоты (ЭЭХПК).

Синтеза промежуточного гидроксилсодержащего тиосемикарбазона (1a) его превращение в циклический 1,3-тиазолидин-4-онового гетероцикла, а также возможные тион-тиольные таутомерные превращения представлены в соответствии со схемой:



где, $R = -C(CH_3)_2-OH$ (1a).



где, $R = -H, -CH_3$ (2a,б).

В спектре соединения (1a) наблюдается синглет в области 9.80 м.д., который можно отнести к протонам NH_2 группы тиомочевинного фрагмента. Синглет в области 7.72 м.д. соответствующий одному протону, отнесены к протону аминогруппе $-NH$ таутомера А. Предполагается, что этот протон в условиях реакции мигрирует к тиокарбонильной группе с образованием синглета при 8.04 м.д., что соответствует протону тиольной таутомерной форме $-SH$ группы (форма Б).

В ИК спектре промежуточного тиосемикарбазона (1a) наблюдаются полосы поглощения в области 1250, 1494, 1608 и $3400-3136\text{ см}^{-1}$ соответствующие валентным колебаниям связей $(C=S)$, $(N-N)$, $(C=N)$, а также NH и NH_2 групп.

Процесс образования 2-гидразоно-1,3-тиазолидин-4-онов (2a,б) по-видимому, протекает по последовательному механизму, поскольку со стороны бинуклеофильного тиосемикарбазона (1a) в реакции участвуют два конкурирующих реакционных центров – атомы серы (S) и азота (N). С другой стороны, в молекулах хлоруксусной кислоты и этилового эфира 2-хлорпропионовой кислоты тоже присутствуют два электрофильных углеродных центра.

В ИК спектрах продуктов циклизации (2a,б) наблюдаются полосы поглощения в области $640-700\text{ см}^{-1}$ и $1248-1196\text{ см}^{-1}$, соответствующие валентным колебаниям эндоциклической $C-S$ связи и тиазолидин-4-онового цикла. Полосы в областях $1382-1324\text{ см}^{-1}$, 1584 см^{-1} , 1692 см^{-1} и 1700 см^{-1} можно отнести к колебаниям экзоциклических связей $C-C$, $N-N$, $C=N$ и $C=O$ соответственно. Широкие полосы поглощения в области $2900-3500\text{ см}^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям OH - и NH - и NH_2 -группы.

В ЯМР¹H спектре соединения (2a,б) обнаруживаются новые сигналы в виде дублета в области 7.51-7.60 м.д., соответствующий одному протону (CH) тиазолидинового цикла, и синглет при 12.60 м.д. относящийся к эндоциклическому протону (NH) атому азота.

Сигналы в области 2.30 и 3.35 м.д. представлены в виде синглетов, каждый из которых соответствует трём протонам метильных групп -экзоциклической и эндоциклической CH₃ группы. Синглет при 10.50 м.д. относится к протону ОН группы.

Таким образом, результаты проведённых ЯМР ¹H спектральных исследований показали, что образования и стабилизация тиольной формы у тиосемикарбазона (**1a**) существенную роль сыграет внутримолекулярные взаимодействия, так как, именно за счёт нуклеофильной атаки тиольной группой происходит замыкание 2-гидразонотиазолидин-4-оновых гетероциклов.

Литература

1. W.M. Abdou, N.A. Ganoub, E. Design, Sabry. Synthesis and Pharmacological Screening of β -Amino-, Thiadiazole / Thiadiazine-Phosphonate Based Triazole Motifs as Antimicrobial / Cytotoxic Agents. / Acta Pharm. 2014, V. 64, P. 267–284.
2. P. Karegoudar, D.J. Prasad, M. Ashok, M. Mahalinga, B. Poojary, B.S. Holla Synthesis, antimicrobial and anti-inflammatory activities of some 1,2,4-triazolo [3,4-b][1,3,4] thiadiazoles and 1,2,4-triazolo [3,4-b][1,3,4] thiadiazines bearing trichlorophenyl moiety. / Eur. J. Med. Chem. 2008, V. 43, P. 808–815.
3. M. Rahimizadeh, A. Shiri, M. Ranaei, M. Bakavoli. Synthesis and antibacterial evaluation of new heterocyclic system: [1,2,4] triazolo [3',4':6,1] pyridazino [4,3-e][1,3,4] thiadiazine. / Heterocycl. Commun. 2012, V. 18, P. 39–42.
4. T.M. Vasilyeva, V.A. Makarov, O.N. Chupakhin, L.P. Sidorova, N.M. Perova, V.L. Rusinov. Platelet aggregation inhibitor properties of 1,3,4-thiadiazine thiadiazines. Gematol. Transfuziol. 2008, V. 53, P. 12–15.
5. Э.Х. Пулатов, М.Д. Исобаев, Б.Г. Мавлонов, Т.Х. Абдуллаев Сравнительная реакционная способность оксикетонов и их производных с N, S-нуклеофилами / Изв. РАН. Серия хим. 2018, № 6, с. 1106-1109.
6. Алексей Н. Измestьев., Андрей А. Стрельцов., Ангелина Н. Кравченко., Галина А. Газиева. Хемо- и региоселективность циклизаций тиосемикарбазидов с галогенуксусными кислотами и их производными. / ХГС, 2022. 58(10), с. 483-492.

ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ РАВҒАНИ АТРИИ *EPDEDRA EQUISETINA* BUNGE-И ДАР ТОЧИКИСТОН РҶЯНДА

А.М. Қобилзода, Ф.С. Шаропов, Ё.Ф. Қурбонов, Р.О. Рахмонов

Институт химияи ба номи В.И.Никитини Академияи миллии илмҳои

Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Муассисаи илмӣю тадқиқотии "Маркази инновасионии Хитоя Тоҷикистон оид

ба маҳсулоти табиӣ"-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе,

Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Тафсири: Қисмати рӯйизамини *Ephedra equisetina* Bunge аз деҳаи Деҳманораи ноҳияи Кӯҳистони Масчоҳи Тоҷикистон ҷамъоварӣ карда шудааст. Дар таркиби равғани атрии *E. equisetina* 52 пайвастаги муайян карда шуд, ки 91,3 % тамоми равғани атриро таъкил медиҳад. *p*-Виниланизол (14,44%), α -терпинеол (10,61%), 7*R*,8*R*-8-гидрокси-4-изопропилиден-7-метилбисикло[5.3.1]ундекэн-1 (10,40%) ва эпи- γ -эвдесмол (5,90%) таркиби равғани атриро таъкил медиҳанд. Ба маълумоти мо, ин аввалин гузориш дар бораи таркиби химиявии равғани атрӣ мебошад, ки аз қисмати рӯйизамини *E. equisetina* худруйи дар Тоҷикистон рӯянда мебошад.

Калидвожаҳо: *Ephedra equisetina* Bunge, равғани атрӣ, *p*-виниланизол, α -терпинеол

Ҷинси *Ephedra* L. ба оилаи *Ephedraceae* мансуб аст. Дар олами набототи Тоҷикистон 22 намуди эфедра ба қайд гирифта шудааст[1]. *Ephedra equisetina* Bunge (номҳои тоҷикиаш зағоса, хома) як буттаи хурди бисёрсолаи ҳамешабз

буда, шохаҳои зиёд дорад, баландиаш то 1,5 м қад мекашад. Зағоса яке аз қадимтарин растаниҳои шифобахш аст[2], ки дар тибби халқии Осиёи Миёна шохаҳои онро барои табobati шамолхӯрӣ, дарди сар, паст кардани табларза, дарди бугумҳо, тарбод, вараҷа, меъда, захмҳо, бронхит, сил, сулфай хориш, барои беҳтар кардани кори системаи дилу рағҳо, бемориҳои сироятӣ ва барои кам кардани вазн (фарбеҳӣ) васеъ истифода мебаранд. Хосиятҳои гуногуни фармакологии зағоса, аз қабилҳои хосиятҳои зиддиаллергӣ, антиоксидантӣ, зиддиаллергӣ, зиддивирӯсӣ ва танзимкунандаи фишори хун омӯхта шудаанд [3,4,5]. Зағоса аз моддаҳои фаъоли биологӣ, махсусан аз алкалоидҳо бой мебошад[6].

Таҷқиқоти мазкур ба таҳлили хроматографияи газӣ - масс спектрометрии (ХГ-МС) рағғани атрии *Ephedra equisetina* -и хуҷрӯи дар Тоҷикистон рӯянда марбут мебошад. Ба маълумоти мо, ин аввалин гузориш дар бораи таркиби химиявии рағғани атрии *Ephedra equisetina* мебошад.

Қисмҳои рӯйизамини *Ephedra equisetina* Bunge-и хуҷрӯи 21 январи соли 2024 аз деҳаи Деҳманораи ноҳияи Кӯхистони Масҷох Ҷумҳурии Тоҷикистон аз баландии 2800 метр аз сатҳи баҳр ҷамъоварӣ карда шудааст. Намунаи гербарияи он таҳти рақами ICTNAS 2023-2 дар Лабораторияи химияи пайвастагиҳои гетеросиклии Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ ҳифз карда шудааст.

Рағғани атрии растани хушқардашудаи *Ephedra equisetina* Bunge бо усули гидродистиллятсия дар дастгоҳи Клевенжер дар муддати 3 соат истихроҷ карда шуд, ки баромади он 0,1% ташкил дод.

Рағғани атрии *Ephedra equisetina* дар дастгоҳи хроматографияи газӣ - масс спектрометрии намуди Agilent 6890 мучаҳаз бо детектори Agilent 5973 MSD ва колонкаи капиллярии HP-5ms (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) таҳлил карда шуд. Идентификатсияи ҷузъҳои рағғани атрии дар асоси муқоисаи индекси нигоҳдорӣ (RI) ва намунаҳои тақсимои масс спектрии компонентҳо бо додаҳои пойгоҳи NIST гузаронида шудаанд.

Натиҷаи таҳлили хроматографияи газӣ - масс спектрометрии рағғани атрии *Ephedra equisetina*-и хуҷрӯи дар Тоҷикистон рӯянда дар ҷадвали 1 оварда шудаанд. Дар таркиби рағғани атрии *E. equisetina* 52 пайвастагӣ муайян карда шуд, ки 91,3 % тамоми рағғани атриро ташкил медиҳад. Ҷуноне дар ҷадвали 1 оварда шудааст, ба сифати компонентҳои асосии рағғани атрии *Ephedra equisetina* р-виниланизол (14,44%), α-терпинеол (10,61%), 7R,8R-8-гидрокси-4-изопропилиден-7-метилбисикло[5.3.1]ундекэн-1 (10,40%) ва эпи-γ-эвдесмол (5,90%) муайян карда шуданд.

Ҷадвали 1. Таркиби химиявии рағғани атрии *Ephedra equisetina* Bunge

RT*	RI**	Компонент	%
10,519	1074	D-Лимонен	1,14
13,272	• 141	α-Терпинолен	0,81
13,555	1148	Эфири метили кислотаи бензоат	0,72
13,856	1155	Линалол	1,30
15,878	• 156	изо-β-Терпинеол	0,36
16,231	1210	р-Виниланизол	14,44
17,306	• 234	• 1,3,5-Ундекатриен	3,08
18,037	1250	α -Терпинеол	10,61
18,347	1258	γ-Терпинеол	0,30
18,768	1267	Изопропил бензоат	0,18
21,056	1319	р- Мент-2-ен-7-ол	1,08

21,796	1336	Фелландрал	0,51
22,209	1345	5-Декен-1-ол	1,28
22,794	1358	p-Ацетониланизол	1,02
23,732	1380	2,4-Декадиенал	0,20
26,845	1452	1,2,3-Триметилинден	1,33
29,357	1513	Изоледен	0,18
29,555	1517	Гераниласетон	0,41
29,710	1521	α -Маалиен	0,21
30,432	1539	γ -Кадинена	0,79
30,691	1545	α -Аморфен	0,81
30,837	1549	β -Маалиен	0,75
31,035	1554	β -Маалиен	0,90
31,155	1557	γ - Маалиен	0,35
31,275	1560	Идентификатсия нашуда	0,83
31,404	1563	α -Мурулен	0,45
31,938	1576	γ -Кадинена	0,45
32,032	1578	7 эпи- α -Селинен	0,24
32,325	1586	Кадина-1(6),4-диен	1,51
32,729	1596	Эпизонарен	2,66
32,979	1601	Селина-3,7(11)-диен	1,26
33,056	1604	α - Калакорен	0,36
34,398	1639	(-)-Спатуленол	0,51
34,622	1644	Изодурен	0,44
35,516	1668	Идентификатсия нашуда	2,12
35,989	1680	эпи- γ -Эудесмол	5,90
36,325	1689	Кадин-1,4-диен	0,56
36,454	1692	γ -Эудесмол	1,09
36,677	1697	Идентификатсия нашуда	0,84
36,875	1703	2H-2,4a-Метанонафталин	4,52
37,022	1707	Копаен	1,11
37,125	1710	Копаен-15-ол	2,08
37,219	1713	Идентификатсия нашуда	2,59
37,323	1715	α - Кадинол	2,52
37,417	1718	Селина-3,7(11)-диен	1,37
37,684	1725	7-эпи- γ -Эудесмол	1,33
37,925	1732	эпи- β -Кариофилен	0,24
38,045	1735	Кадален	0,38
38,148	1738	Идентификатсия нашуда	0,35
38,217	1740	<i>транс</i> -Каламенен	0,31
38,450	1716	Идентификатсия нашуда	1,39
38,794	1755	Эвдесм-7(11)-ен-4-ол	1,90
39,783	1783	Эвдесм-7(11)-ен-4-ол	4,21
41,280	1825	7R,8R-8-Гидрокси-4-изопропилиден-7-метилбицикло[5.3.1]ундек-1-эн	10,40
41,495	1831	α -Костол	0,39
43,086	1873	2,3,6-Триметил-1,4-нафталендион	0,99
44,041	1903	6,10,14-триметил-2-пентадеканон	0,62
45,099	1933	Идентификатсия нашуда	0,59
45,219	1937	1-Остадекен	0,45
Дар умуи идентификатсия карда шуда			91,29

* вақти нигоҳдорӣ

** индекси нигоҳдорӣ

Бинобар маълумоти мо, ин аввалин гузориш дар бораи таркиби химиявии рағани атрии қисмати руйизамини *E. equisetina* худруйи дар Тоҷикистон рӯянда мебошад.

АДАБИЁТ

1. Овчинников П.Н. *Флора Таджикской ССР* / П.Н. Овчинников // Издательство Академии наук СССР. Москва-Ленинград: -1957. -Т. 1. -С. 665.
2. Ходжиматов М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана / М.Ходжиматов // Таджикской Советской Энциклопедии. Душанбе: -1989. -С. 365.
3. Parsaeimehr A., A Comparative Study of the Antibacterial, Antifungal and Antioxidant Activity and Total Content of Phenolic Compounds of Cell Cultures and Wild Plants of Three Endemic Species of Ephedra / A. Parsaeimehr, E. Sargsyan., K. Javidnia // *Molecules*. -2010. -V. 15(3). -P. 1668-1678.
4. Y.C. Niu, Chemical Constituents from the Stems of *Ephedra Intermedia* and Their A-Glucosidase and Ache Inhibitory Effects / Niu Y.C., Zhao Y., Liu Y.X., Chen. Y.Ling, Lu X.// *Fitoterapia*. - 2025. -V. 1 82. -P. 106433.
5. Abbosova D. Efedra (*Ephedra equisetina* Bunge) о‘simliklardan xalq tabobatida dorivor sifatida qo‘lanilishi / D. Abbosova // Журнал химии товаров и народной медицины. - 2022. -Т. 1. -P. 94-106.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА EPDEDRA EQUISETINA BUNGE, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ТАДЖИКИСТАНЕ

А.М. Кобилзода, Ф.С. Шаропов, Ё.Ф. Курбонов, Р.О. Рахмонов

*Институт химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан.*

*Научно-исследовательское учреждение «Китайско-Таджикский инновационный
центр натуральных продуктов» Национальной академии наук Таджикистана, г.
Душанбе, Республика Таджикистан.*

Аннотация: Надземная часть *Epdedra equisetina* Bunge собрана в селе Дехманора Горно Мачинского района Таджикистана. В состав эфирное масло *E. equisetina* идентифицировано 52 соединения, которые составляют 91,3% от общего содержания эфирного масла. Основными компонентами эфирного масла являются *n*-виниланизол (14,44%), α -терпинеол (10,61%), 7R,8R-8-гидрокси-4-изопропилиден-7-метилбицикло[5.3.1]ундекан-1 (10,40%) и эпи- γ -эудесмол (5,90%). По нашим данным, это первое исследование химического состава эфирного масла из надземной части *E. equisetina*, произрастающего в Таджикистане.

Ключевые слова: *Epdedra equisetina* Bunge, эфирное масло, *n*-виниланизол, α -терпинеол

CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF EPDEDRA EQUISETINA BUNGE GROWING IN TAJIKISTAN

A.M. Qobilzoda, F.S. Sharopov, Y.F. Qurbonov, R.O. Rahmonov

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe,
Republic of Tajikistan*

*Research Institution "China-Tajik Innovation Center for Natural Products" of the
National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan*

Abstract: The aerial parts of *Epdedra equisetina* Bunge were collected in the village of Dehmanora, Kuhistoni Maschoh District, Tajikistan. Fifty-two compounds have been identified in the essential oil of *E. equisetina*, accounting for 91.3% of the

total essential oil content. The main components of the essential oil are p-vinylnisole (14.44%), α -terpineol (10.61%), 7R,8R-8-hydroxy-4-isopropylidene-7-methylbicyclo[5.3.1]undecane-1 (10.40%), and epi- γ -eudesmol (5.90%). To our knowledge, this is the first study of the chemical composition of essential oil from the aerial parts of E. equisetina growing in Tajikistan.

Keywords: *Epdedra equisetina Bunge, essential oil, p-vinylnisole, α -terpineol*

ИССЛЕДОВАНИЕ 1,3-ДИАЛКОКСИ-3-АМИНОКИСЛОТПРОПАН-2-ОЛОВ

Хакимова М.Л., Икромов М.С., Раджабзода С.И.

Научно-исследовательский Институт ТНУ, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация. В данной работе мы сообщаем о синтезе и свойствах новых органических соединениях на основе 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола и аминокислот алифатического ряда. Задача нашего исследования является синтез три эфиров глицерола на основе аминокислот алифатического ряда и изучения их физико-химических свойств. Разработан метод синтеза и способы получения полифункциональных алифатических соединений на основе 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола с глицином, аланином, валином, лейцином, изо-лейцином, что является новым перспективным направлением синтеза органических веществ. Структура, состав и чистота полученных соединений доказаны методами элементного анализа, ИК-, ЯМР-спектроскопией, ТСХ, а также с помощью ЯМР-спектров ^1H и ^{13}C .

Ключевые слова: синтез, глицерол, глицин, аланин, валин, лейцин, изо-лейцин, три эфиров глицерола, исследование, физико-химические свойства.

Актуальность. В настоящее время простые аллиловые эфиры нашли широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Они являются исходными продуктами для получения различных полимеров, ядохимикатов, лекарственных препаратов и т.д. [1-2]. Обнаруженная физиологическая активность аллиловых эфиров позволяет использовать их в качестве регуляторов роста растений. Интерес к этим соединениям возрастает еще и потому, что аллилгалогениды и аллиловый спирт является дешёвыми и доступными продуктами, получаемыми путем переработки газов крекинга нефти [3-4].

Алкилаллиловые эфиры кипят при более низкой температуре, чем соответствующие исходные спирты. С увеличением длины алкильного радикала возрастает температура кипения, показатель преломления алкилаллиловых эфиров, но уменьшается их плотность. Аллиловые эфиры имеют более высокие точки кипения, показатели преломления и плотности, чем соответствующие им предельные эфиры. Диаллиловые эфиры гликолей кипят при более низкой температуре, чем соответствующие моноаллиловые эфиры. Это показывает влияние межмолекулярных водородных связей на температуру кипения гидроксилсодержащих соединений, которое зависит от числа гидроксильных групп в молекуле. Этим объясняется также растворение моноаллиловых эфиров многоатомных спиртов в воде, которое происходит в результате образования водородных связей между молекулами растворителя и моноэфира полиолов [5].

Аллиловые эфиры вступают в различные химические превращения. Гидрирование их приводит к получению соответствующих предельных соединений. Гидрирование аллиловых эфиров проводят в присутствии Ni, Pd или Pt. При жидко фазовом каталитическом гидрировании существенную роль играет природа растворителя. Скорость гидрирования заметно изменяется при переходе от одного растворителя к другому. Наряду с различной растворяющей способностью по отношению к данному органическому соединению, растворитель может

изменить скорость каталитического гидрирования за счет образования комплексов с гидрируемым веществом, катализатором и водородом, различного смачивания поверхности катализатора, изменений условий диффузии, диэлектрической постоянной, влияющей на степень диссоциации и т.д. [6].

Анализ литературных данных показывает, что исследования по синтезу производных глицерола, содержащих остатки молекул алифатических аминокислот, не многочисленны. Однако, отсутствуют данные по синтезу производных этого класса соединений, содержащих остатки некоторых алифатических аминокислот.

Интерес к синтезу и исследованию новых производных глицерола, содержащих в своей молекуле остатки алифатических аминокислот и пептидов, в последние годы непрерывно растёт. Это прежде всего связано с тем, что и производные глицерола и алифатических аминокислот являются потенциально биологически активными соединениями. Сочетание этих важных классов органических веществ даёт возможность для получения новых препаратов, о свойствах которых до сих пор в литературе не имеется сведений.

В этой связи исследование реакционных возможностей ди-, три эфиров глицерола на основе алифатических аминокислот и пептидами, а также их биологической активности, является важной и актуальной задачей.

Экспериментальная часть

Спектр ядерного магнитного резонанса (ЯМР) выполнен на оборудовании «Varian Mercury 400» на частоте 400 МГц (в DMSO-d₆), внутреннем стандарте гексаметилдисилоксане и Tesla BS-487C (100 МГц) с рабочей частотой 80 МГц. Химическое сродство к GMDS принято в качестве внутреннего стандарта. Концентрация испытанных образцов составил 5%.

Масс-спектр получили на оборудовании «Хроматэк-Кристалл 5000М» NIST 2012. ИК-спектр полученных веществ в полях 400-4000 см⁻¹ получили на оборудование «SHIMADZU», в виде суспензии в вазелине и таблетки с KBr.

Концентрация -1,5/220 мг KBr. Температуру плавления полученных веществ проверили на аппарат Boetius.

Метод хроматографии: в качестве растворителя использовали дейтерированный хлороформ по стандарту GMDS при 26 °С. Степень чистоты веществ и ход реакции исследовали методом жидкостной хроматографии. Хроматография проводилась на бумаге "Силуфол", элюенты: А) CCl₃:CH₃OH (60:13); Б) n-C₄H₉OH:H₂O: CH₃COOH (10:4:2); В) C₆H₆ : CH₃-(C)O -CH₃ :CH₃COOH (8:2:1) В качестве проявителя использовали нингидрин и пары йода

Для синтеза получаемых веществ, в качестве первичных реагентов из: глицин, аланин, валин, лейцин, изо-лейцин торговая марка «х.ч.» 3-хлор-1,2-эпоксипропан (99,8%), α-моноклоргидрин глицерола, α,γ-дихлоргидрин глицерола, хлороформ, бензол и 1,4-диоксан, был использован с маркой «ч.д.а.».

Синтез 1,3-диалкокси-3-аминокислотпропан-2-олаглицеролов

1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерол. В трёхгорлую колбу, снабжённую капельной воронкой, механической мешалкой, обратным холодильником, помещают 1.4 г (0.01 моля) глицина и 12 мл бензола. Смесь нагревают до температуры 50-55⁰С и при интенсивном перемешивании по каплям добавляют 0.78 мл (0.01 моль) 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола. Перемешивание продолжают при этой температуре реакционной смеси ещё 5.5 часов. После этого реакционную массу охлаждают и оставляют на ночь. Из смеси удаляют растворитель под пониженным давлением. Выпавший маслянистый осадок перекристаллизовывают из 15 мл. абсолютного изопропанола. Физико-химические константы 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола приведены в таблице 2.

Аналогично были получены: 1,3-диалкокси-3-валилопропан-2-олаглицерола (2), 1,3-диалкокси-3-аланилопропан-2-олаглицерола (3), 1,3-

диалкокси-3-лейцилопропан-2-олаглицерола (4) и 1,3-диалкокси-3-изолейцилопропан-2-олаглицерола (5).

1,3-диалкокси-3-валилопропан-2-олаглицерол. Синтез осуществляли по методике 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола, исходя из 1.47 г валина и 0,83 мл 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола. Получено 1,87 г 1,3-диалкокси-3-валилопропан-2-олаглицерола. $R_f = 0.77$ (А), $R_f = 0.73$ (Б), $R_f = 0.68$ (В).

1,3-диалкокси-3-аланилопропан-2-олаглицерол. Реакцию проводили соответственно по методике 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола, исходя из 1.95 г аланина и 0.83 мл 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола. Получено 2,3 г 1,3-диалкокси-3-аланилопропан-2-олаглицерола. $R_f = 0.69$ (А), $R_f = 0.59$ (Б), $R_f = 0.55$ (В).

1,3-диалкокси-3-лейцилопропан-2-олаглицерол. Синтез осуществляли по методике 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола, исходя из 1.19 г этилаланина и 0.83 мл 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола. Получено 1.09 г 1,3-диалкокси-3-лейцилопропан-2-олаглицерола. $R_f = 0.77$ (А), $R_f = 0.69$ (Б), $R_f = 0.57$ (В).

1,3-диалкокси-3-изолейцилопропан-2-олаглицерол. Реакцию проводили соответственно по методике 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола, исходя из 1.61 г изолейцина и 0,83 мл 1,3-диалкоксипропан-2-олаглицерола. Получено 2,1 г 1,3-диалкокси-3-изолейцилопропан-2-олаглицерола. $R_f = 0.77$ (А), $R_f = 0.68$ (Б), $R_f = 0.54$ (В).

Обсуждение результатов

В работе² мы сообщили о синтез ди-, три эфиров диглицерола на основе аминокислот ароматического ряда. Для выяснения вероятности получения новых биологически активных соединений в данной работе была изучена реакция конденсации 1,3-диалкокси-3-хлорпропан-2-олаглицеролов с глицином, аланином, валином, лейцином, изо-лейцином аминокислотами алифатический ряда.

В таблица 1 приведены ряд синтезированных нами 1,3-диалкокси-3-хлорпропан-2-олаглицеролов C_1-C_{10} , которые в качестве исходных продуктов применялись для дальнейших исследований, и их важнейшие константы.

Таблица 1. Физико-химические свойства 1,3-диалкокси-3-хлорпропан-2-олаглицеролов

№	R	Общая формула	Выход, %	Т. кип, °С/мм рт. ст.	n_D^{20}	d_4^{20}
1	CH ₃	C ₄ H ₉ ClO ₂	57.0	64/4	1.4361	1.2111
2	C ₂ H ₅	C ₅ H ₁₁ ClO ₂	63.7	69/3	1.4397	1.1035
3	н-C ₃ H ₇	C ₆ H ₁₃ ClO ₂	68.5	77/4	1.4421	1.0631
4	C ₃ H ₅	C ₆ H ₁₁ ClO ₂	59.0	74/3	1.4621	1.1107
5	н-C ₄ H ₉	C ₇ H ₁₅ ClO ₂	71.3	119/5	1.4451	1.0570
6	н-C ₅ H ₁₁	C ₈ H ₁₇ ClO ₂	75.0	129/5	1.4472	1.0282
7	н-C ₆ H ₁₃	C ₉ H ₁₉ ClO ₂	86.0	109-111/4	1.4485	1.0135
8	н-C ₇ H ₁₅	C ₁₀ H ₂₁ ClO ₂	86.0	111/3	1.4503	0.9981
9	н-C ₈ H ₁₇	C ₁₁ H ₂₃ ClO ₂	85.0	122/4	1.4523	0.9924
10	н-C ₉ H ₁₉	C ₁₂ H ₂₅ ClO ₂	83.0	143-145/2	1.4541	0.9737

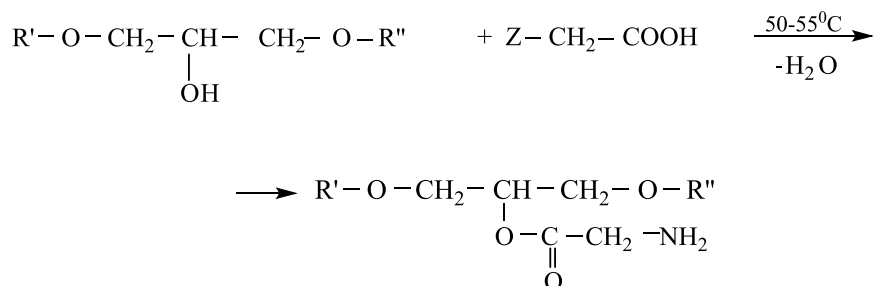
Для определения и контроля степени чистоты исходных и полученных веществ были использованы методы аналитической тонкослойной хроматографии.

Далее наше исследование посвящено изучению реакции взаимодействия глицерола с некоторыми алифатических аминокислот. В качестве исходных продуктов нами были использованы глицин, аланин, валин, лейцин, изо-лейцин.

«Взаимодействию этих алифатических аминокислот с 1,3-диалкокси-3-хлорпропан-2-олаглицеролов C_1-C_{10} проводили в растворителях диоксане или бензоле при температуре 55-60⁰С. Выход продукта реакции, полученного в среде

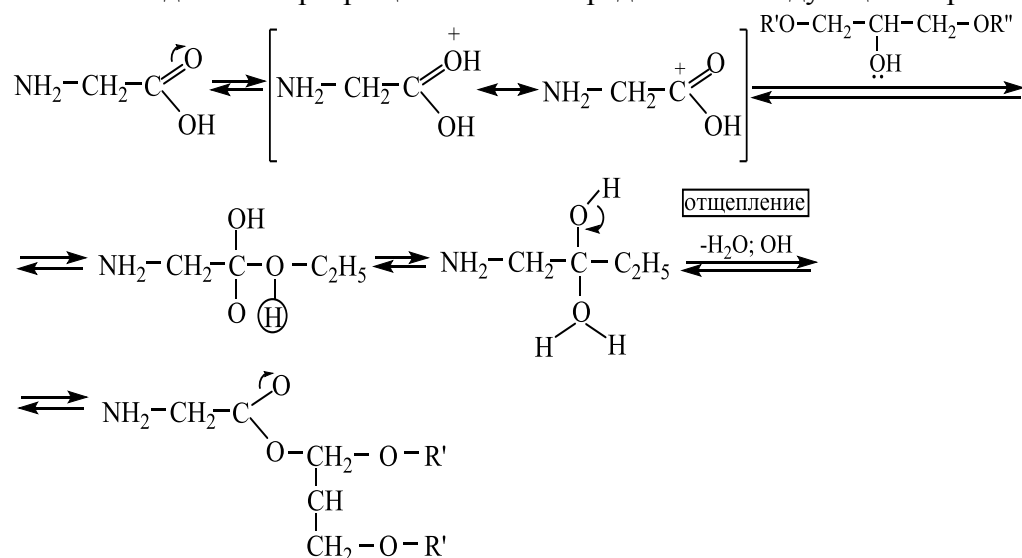
абсолютного бензола, был выше (86% от теории), чем продукта, полученного с использованием в качестве растворителя безводного диоксана (13,6%). Это, видимо, связано, прежде всего, с растворимостью исходных продуктов. Эта реакция лучше протекает в неполярных растворителях. Диоксан является полярным растворителем, а бензол неполярный».

Реакцией глицина, аланина, валина, лейцина, изо-лейцина с 1-алкокси-3-пропан-2-олаглицеролом в присутствии абсолютного бензола протекает по схеме:



Выход продукта реакции 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола (1) составил 86 %. Аналогично была проведена реакция этерификация 1,3-алкокси-3-пропан-2-олаглицерола с аланином (2), валином (3), лейцином (4) и изо-лейцином (5). «Ход реакции и индивидуальность полученных соединений контролировались методом тонкослойной хроматографии. Тонкослойную хроматографию проводили на пластинках, Силуфол, элюенты: а-хлороформ-метанол (60:13); б-н-бутанол-вода-уксусная кислота (12:6:4); в-бензол-ацетон-уксусная кислота (6:2:1). Проявитель - пары йода.

Механизм данного превращения можно представить следующим образом:



Молекула 1,3-диалкокси-3-пропан-2-олаглицерола за счёт своей неподеленной пары электронов присоединяется к активированной молекуле кислоты. Протон от остатка 1,3-диалкокси-3-пропан-2-олаглицерола перемещается к гидроксильной группе, которая при этом превращается в хорошую ходящую группу H_2O . После этого отщепляется молекула воды с одновременным выбросом протона. Реакция этерификации – обратимый процесс. Прямая реакция – образование сложного эфира, обратная – его кислотный гидролиз. Для того чтобы сдвинуть равновесие вправо, необходимо удалять из реакционной смеси воду с использованием MgO , CaO и Na_2SO_4 . 1,3-диалкокси-3-пропан-2-олаглицерола плохо растворим в диоксане, однако хорошо растворим в воде, растворяется в обычных органических растворителях. Для предотвращения полимеризации 1,3-диалкокси-3-глицилопропан-2-олаглицерола стабилизируют различными добавками. Наиболее

эффективным стабилизатором является смесь резината меди с дифенилаланином. Она является нелетучей и окрашивает мономер в сине-зеленый цвет. По исчезновению этой окраски можно судить о расходе ингибитора на разрушение активных частиц, вызывающих полимеризацию. «ИК-спектры синтезированных 1,3-диалкокси-3-аминокислотпропан-2-олаглицеролов характеризуются наличием полос поглощений ν , 1050-1180 см^{-1} валентные колебания C-H, 1795 см^{-1} валентные колебания CO, 2830-2860 см^{-1} валентные колебания $-\text{CH}_2-$, валентные колебания OH, 3260-3380 см^{-1} . В ИК-спектрах синтезированных 1-алкокси-3-аминокислотпропан-2-олаглицеролов обнаружены полосы поглощения основных функциональных групп, характеризующих данные вещества».

Таким образом, в результате проведения этих исследований синтезирован и охарактеризован ряд производных сложных эфиров глицерола с остатками глицином, аланином, валином, лейцином и изо-лейцином.

Литература

[1]. Шарипов Ф.Н., Модификация диглитсерола бо атсеталью, кетальюи ди- ва полиолью/ Ф.Н. Шарипов, С.И. Раджабзода, М.С. Икромов // Вестник национального университета Таджикистана. Отделение естественных наук ISSN 2413-452X./ №3. Душанбе, 2024. - С. 203-212.

[2]. Одинаев С.Х. Синтез и физиологическая активность производных эпихлоргидрина на основе эфиров аминокислот /С.Х. Одинаев, С.И. Раджабов, М.Б. Каримов, Т.Ю. Юсупов// Вестник Дангаринского государственного университета. -№2 (2). – Дангара, 2015. – С.15-18.

[3]. Шарипов Ф.Н., Синтез некоторых ди и триэфиров глицерола. / Ф.Н. Шарипов, С.И. Раджабов, М.С. Икромов // Вестник Филиала Московского государственного университета им. Ломоносова М.В в Душанбе. Отделение естественных наук. ISSN 2709-6238/ №3 (41) 2024. Душанбе, 2024. - С. 69-74.

[4]. Раджабзода С.И., Модификация дихлоросиклопропанола ва диглитсерол/ М.С. Икромов, Ф.Н. Шарипов, Р.А. Олимзода, С.И. Раджабзода// Вестник национального Дангаринского университета. Отделение естественных наук. ISSN 2410-4221, №2 (28). Дангара, 2024. -С. 72-84.

[5]. Раджабов С.И. Изучение реакции взаимодействия эпихлоргидрина с метиловыми эфирами некоторых аминокислот / С.И. Раджабов, С.Х. Одинаев, Р.А. Мустафакулова, М.Б. Каримов //Башкирский химический журнал. –Уфа, 2017. Том 25. № 2– С. 531-533.

[6]. Раджабов С.И. Антимикробная активность новых производных глицерина с остатками аминокислот и дипептидами / С.И. Раджабов, С.Х. Одинаев, Р.А. Мустафакулова, Н.Ю. Самандаров, // Вестник Таджикского национального Университета. –Душанбе: Сино, 2017. – №1/2. – С. 148-151.

ТАҲҚИҚИ 1,3-ДИАЛКОКСИ-3-АМИНОКИСЛОТАПРОПАН-2-ОЛҲО

Ҳакимова М.Л., Икромов М.С., Раджабзода С.И.

Институти илмию таҳқиқоти ДМТ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар таҳқиқоти мазкур мо дар бораи синтез ва хосиятҳои пайвастаҳои нави органикӣ дар асоси глитсерол ва аминокислотаҳои қатори алифатӣ маълумот медиҳем. Ҳадафи тадқиқоти мо синтези ди-, три эфирҳои глитсерол дар асоси аминокислотаҳои қатори алифатӣ ва омӯзиши хосиятҳои физикӣ-химиявӣ, биологӣ ва соҳаҳои татбиқи онҳо мебошад. Роҳҳои синтез ва усулҳои ба даст овардани пайвастаҳои алифатии полифункционалӣ дар асоси глитсерол бо глицин, аланин, валин, лейсин, изо-лейсин қор қарда баромада шудаанд, ки дар яққоягӣ самти нави ояндадор дар синтези маъини органикӣ мебошад. Бори аввал хосиятҳои физикӣ-химиявии ди-, три эфирҳои глитсерол дар асоси аминокислотаҳои глицин, аланин, валин, лейсин, изо-лейсин омӯхта шуданд, ки дар яққоягӣ ба рушди химияи органикӣ саҳми муайян гузошта метавонанд. Сохт, таркиб

ва тозагии пайвастаҳои бадастомада тавассути таҳлили элементарӣ, спектроскопияи ИС, РМЯ, ХМК, инчунин бо истифода аз спектрҳои РМЯ ^1H ва ^{13}C исбот карда шуданд.

Калидвожаъо: синтез, глицерол, глицин, аланин, валин, лейсин, изо-лейсин, три эфирҳои глицерола, таҳқиқ, хосияти физикӣ-химиявӣ.

Hakimova M.L., Ikromov M.S., Radjabzoda S.I.

Research Institute of the Tajik National University

In this work, we report on the synthesis and properties of new organic compounds based on glycerol and aromatic amino acids. The objective of our research is the synthesis of glycerol di-esters based on aromatic amino acids and the study of their physicochemical, biological properties and their areas of application. A synthesis method and methods for producing polyfunctional aromatic compounds based on epichlorohydrin, glycerol with phenylalanine and tyrosine have been developed, which is a new promising direction in the synthesis of organic substances. The structure, composition and purity of the obtained compounds were proven by elemental analysis, IR, NMR spectroscopy, TLC, as well as using ^1H and ^{13}C NMR spectra.

Keywords: Synthesis, glycerol, epichlorohydrin, glycerol monochlorohydrin, phenylalanine, tyrosine, di-, tri-glycerol esters, study, physicochemical properties.

.....

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ ЗОЛЬНИСТЫХ УГЛЕЙ

С.И. Рустамзода, Ш.А. Мингбоев, М.Д. Исобаев, И.У. Файзилов

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,

Республика Таджикистан, E-mail: rustamzoda@mail.ru

В плане разработки основ технологии комплексного использования высоко минерализованных углей, проведен цикл исследований и выработаны рекомендации по практическому использованию зольнистых углей, расположенных на севере Таджикистана месторождений «Зидды» и «Фон-Ягноб» [1-5].

При использовании угля с высоким содержанием минеральных веществ в качестве энергетического сырья происходит неполное сгорание угля в результате чего возможен колоссальная эмиссия токсичных веществ в окружающую среду.

Для исключения губительных последствий использования в энергетике зольнистых углей, нами предложена технология переработки некачественных углей путем термолиза в закрытой системе и анаэробных условиях. Данная технология позволяет полностью исключить выбросы токсичных веществ в атмосферу, сохранить окружающую среду и получить товарные продукты, имеющие высокую рыночную стоимость [1, 2, 5].

Динамику ценообразования можно проследить по рыночной стоимости 1 тонны исходного угля и соответствующих продуктов, представленной ниже. **СТОИМОСТЬ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕННЫХ ПРОДУКТОВ:** Исходный уголь (тонна)- \$100. Продукты, полученные из угля: 1) Технические адсорбенты \$4000- \$10.000. 2) Каменноугольный пек \$400. 3) До 300 наименований различного типа растворителей, химических реактивов и индивидуальных органических соединений. При термолизе угля при температуре свыше 200°C выделено до 10% летучих органических соединений. Применение различных поглотительных растворов позволяет провести разделение органических кислот и аминов.

С повышением температуры реактора до 700°C в приемнике собирается смолянистая жидкость в количестве до 19% от исходной массы угля.

При фракционированной разгонке накопленной смолы в интервале температур 90°C - 260°C выделено пять жидких фракций. Последняя фракция при

охлаждении трансформируется в твёрдую массу, которая по физико-химическим параметрам отвечает ГОСТ каменноугольного пека (КП). Как отмечено выше рыночная стоимость КП составляет в среднем \$400/ т.

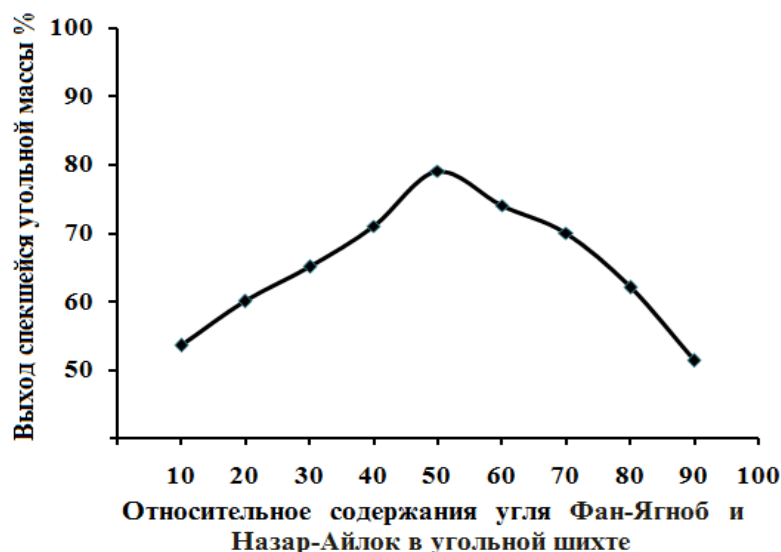


Рис. 1. Выход спекшейся массы угля месторождения Назар- Айлок от относительного содержания в смеси

Рис.2. Выход спекшейся угольной массы (%) от содержания каменноугольного пека в шихте угля

КП является одним самых затребованных продуктов, получаемых в процессе термического разложения углей. Основное направление использования КП производство угольных электродов.

На рис.1 и 2 представлены графическая зависимость образования конгломератов спекшейся массы для двух компонентой системы, одна из которых (см. Рис.1) состоит из мелкодисперсных порошков антрацита месторождения Назар-Айлок с смешанная с углем Фан-Ягноба. Во второй исследуемой системе уголь Фан-Ягноба заменен на КП.

Так как по данным химического состава антрацит Назар-Айлок состоит до 98% из чистого углерода. Его можно рассматривается углеродную основу электрода. Уголь Фан-Ягноба имеющий в составе высокомолекулярные органические составляющие позволяет участвовать в процессе спекания двух типов углей.

В первой системе наивысшая степень спекания (79% от общей массы), наблюдается при соотношении углей Фан-Ягноб и Назар-Айлок 50:50.

Во второй системе, состоящей из угля, Назар Айлок и КП выход 100% спекшейся массы достигается при содержании в смеси КП около 30%.

Таким образом полученный КП как показали эксперименты показал отличные результатов по качеству при создании угольных электродов.

По завершению выделения летучих примесей в реакторе остается твердый остаток полукокса, проявляющий высокую адсорбционную активность по отношению к солям тяжелых металлов и органическим загрязнителям сточных и шахтных вод.

Результаты испытаний по адсорбционной активности в лабораторных условиях представлены в работе [2].

Известно, что угли месторождения «Зидды» по классификации относятся к каменным и характеризуются высокой зольностью — более 20%. Угли Фон-Ягнобского месторождения, в свою очередь, являются коксующимися, с уровнем зольности в пределах 9–10%.

Поскольку зольность представляет собой один из ключевых показателей, определяющих качество продуктов переработки угля, в частности кокса, в рамках настоящего исследования предпринята попытка её снижения методом кислотной деминерализации. В результате деминерализации зольность углей месторождений Зидды и Фан-Ягноб была снижена соответственно до 10% и 4% [5].

Предварительным этапом термической обработки угля является экстракция органических кислот в том числе гуминовых кислот (ГК), являющихся эффективными стимуляторами роста и развития сельскохозяйственных культур.

В соответствии с этим проведен сравнительный анализ по содержанию ГК в зольнистых углях месторождений «Фон-Ягноб», «Зидды» и бурых углей месторождений «Шураб» и «Шишкат» [3- 4].

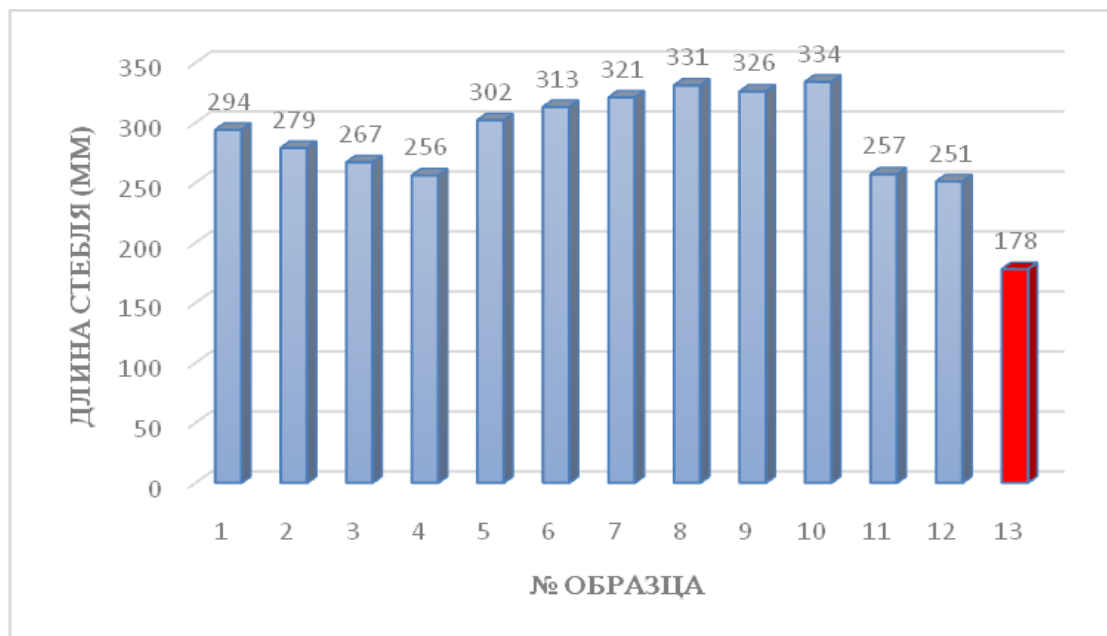


Рис 4. Влияние солей ГК на рост стебля озимой пшеницы: 1-4 – обработан гумматом Na⁺; 5-8 K⁺; 9-12 NH₄⁺; 13 образец сравнения без обработки солями ГК.

По содержанию ГК бурые представляют по нашим данным превосходным источником ГК. При обработке семян озимой пшеницы растворами гуматов, выделенных из бурого угля месторождения Шишкат, наблюдается увеличение роста стебля, а также сокращение сроков всхожести.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исобаев М.Д., Рустамзада С.И., Турдалиев М.З. Мингбоев Ш.А. Совместное спекание углей различного генезиса месторождений Таджикистана; XIII Нумановские чтения посвящённые 70-летию образования Института химии имени В.И. Никитина академии наук республики Таджикистан Душанбе 2016 **стр. 16-17.**

2. Исобаев М.Д., Мингбоев Ш.А., Рустамзода С.И., Давлатназарова М.Д. Получение угольного пека на основе жидких отходов газификации угля – Химия твердого топлива, 2021, №1, с. 40-43. – DOI 10.31857/S0023117721010060.

3. М.Д.Исобаев, С.И.Рустамзода, Ш.А.Мингбоев, Т.Х.Абдуллаев, И.У.Файзилов Экстракция биологически активных веществ в экстремальных условиях- Материалы XI Международной научно-практической конференции (Андижан, 2024, 11-12 сентября)

4. Влияние солей гуминовых кислот на энергию прорастания пшеницы (*Triticum aestivum* L.) / Ю. Т. Кобиров, А. Пулодбекова, Ш. А. Мингбоев, А. Абдуллаев // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение биологических наук. – 2023. – № 2(221). – С. 52-59.

5. Исобаев М.Д., Давлатназарова М.Д., Мингбоев Ш.А. Использование продуктов термической обработки угля в качестве технических адсорбентов – Химия твердого топлива, 2020, №2, с. 30-33.

.....

БАХШИ 3 - МАСЪАЛАҲОИ АКТУАЛИИ ХИМИЯ ВА ФИЗИКАИ ПОЛИМЕРҲО

СЕКЦИЯ 3 – АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ

ЭКСТРАКЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ПОЛИФЕНОЛЫ) ИЗ КОРНЕКЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА СОРТА «САРВАТ»

А.И. Ашуров, Г.А. Кодирова, Г.Д. Хасанов, З.К. Мухидинов
*Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,
Республика Таджикистан*

Аннотация: В работе представлены результаты изучения эффективности выделения биоактивных соединений, путем их последовательной экстракции из корнеклубней топинамбура сорта «Сарват». Установлено, что основными экстрагированными соединениями являются полисахариды и полифенольные соединения (ПФС), на долю которых приходится около 50 % от общего количества компонентов. Методом ИК-Фурье-спектроскопии идентифицированы характерные функциональные группы ПФС, подтверждающие наличие флавоноидов и фенольных кислот.

Ключевые слова: топинамбур, полифенольные соединения, экстракция, ИК-Фурье спектроскопия.

Введение

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) содержит биологически активные соединения, включая витамины группы В, А, С и Е, а также минералы. Высокое содержание фруктозы и инулина в клубнях топинамбура является основным фактором его общепризнанной питательной ценности [1–6]. Среди других биологически активных веществ можно выделить фенольные кислоты, которые проявляют антиоксидантную активность [3, 4]. Извлечение этих соединений может осуществляться с использованием различных методов, включая и современные - ультразвуковую и микроволновую экстракцию.

Полифенольные соединения (ПФС) представляют собой разнообразную, биологически активную и широко распространенную категорию вторичных метаболитов растений, которые составляют существенную часть рациона человека и представляют значительный интерес благодаря своим биологическим свойствам [3,4]. Они делятся на несколько классов, включая фенольные кислоты (гидроксibenзойные и гидроксикоричные кислоты), флавоноиды (флавонолы, флавоны, флаванолы, флаваноны, изофлавоны, проантоцианидины), стильбены и лигнаны [3]. Регулярное употребление продуктов, богатых полифенолами, может помочь снизить частоту сердечно-сосудистых заболеваний, рака толстой кишки, заболеваний печени, ожирения, диабета и др. [1-4].

Нами установлено [7], что основными экстрагированными соединениями являются полисахариды и полифенольные соединения (ПФС), на долю которых приходится около 50 % от общего количества компонентов (таблица).

В данной работе экстракцию ПФС проводили в двух стадиях: на первой стадии остаток обезжиренных корнеклубней был обработан 95% спиртом в течение 24 ч при комнатной температуре. Экстракт отфильтровали, центрифугировали и концентрировали на ротаторном испарителе. Осадок высушили, масса ПФС составила 1.7%.

На втором этапе остаток корнеклубней подвергли экстракции 80% спиртом при тех же условиях, что и в первом случае. Выход ПФС на этой стадии составил 22.0 %, что свидетельствует о высокой экстрагирующей способности 80% водно-

этанолового раствора по отношению к ПФС.

Таблица - Экстрагированные вещества из топинамбура сорта «Сарват».

Фракции экстрагированных веществ из корнеклубней топинамбура	Выход экстрагированных веществ, %		Примечание
	Всего	Данная фракция	
Жиро-восковые вещества-ЖВВ (экстракция этилацетатом)	10.1	0.32	В составе экстрагированных веществ, кроме ЖВВ могут входить сахара и фенольные соединения, кумарины и терпеновые соединения.
ПФС, полученные 96% этиловым спиртом	4.1	1.70	
ПФС, полученные 80% этиловым спиртом	21.6	22.00	
Белки /азотистые соединения	7.2	6.90	
Витамин С (мг/100г корнеклубней)	-	30.70	
Водорастворимые моно- и олигосахариды-инулин	19.4	19.70	
Водорастворимые полисахариды- пектин	12.5	9.80	
Микро- и макроэлементы	-	5.6	Из золы корнеплодов
Остаток клеточной стенки/ Сумма экстрагированных веществ	24.6	91.70	

Первичная характеристика ПФС была осуществлена ИК-Фурье-спектроскопией. На рисунках 1 и 2 приводятся ИК-спектры ПФС, экстрагированные 95% и 80%-ным водным раствором этилового спирта соответственно.

Валентные колебания гидроксильных групп как спирта, так и карбоновых кислот наблюдаются в полосах 3320 см^{-1} . Появление этой полосы при 3320 см^{-1} - 3328 см^{-1} говорит об высокой степени ассоциации ПФС в обеих фракциях. Для ароматических соединений растяжение С-Н связи находится в области $3100\text{--}3000\text{ см}^{-1}$; в области $2000\text{--}1700\text{ см}^{-1}$ - слабая комбинация, полосы обертона и замещение бензольного кольца; $1650\text{--}1430\text{ см}^{-1}$ - область скелетной вибрации (растяжение $\text{C}=\text{C}$); Деформационные С-Н плоскостные колебания связи в ароматическом ядре находятся между $1275\text{--}1000\text{ см}^{-1}$; колебания связывания с внеплоскостными появляются в области $900\text{--}690\text{ см}^{-1}$ [4].

Пик в диапазоне $1384\text{--}1396\text{ см}^{-1}$ показывает присутствие ОН групп в молекулах ПФС; пик 1084 см^{-1} для отношения С-Н, который характерен для ароматического ядра; пик 1044 см^{-1} соответствует кетонной группе, а пик 878 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям δ С-Н в плоскости.

Присутствие флавоноидов и полифенолов в двух видах изучали как качественно с помощью ИК-спектроскопии, так и количественно с помощью программы «Know all» выделением валентных колебаний полос $\text{C}=\text{O}$.

Ароматические валентные колебания С-Н идентифицируется следующими полосами валентных колебаний 2925 см^{-1} , 1043 см^{-1} , 1028 см^{-1} . С = С валентные колебания ароматического кольца проявляются около 1411 см^{-1} для ПФС экстрагированные с 95%, и при 1589 см^{-1} для образца ПФС выделенный с 80% водно-этаноловым раствором. Поглощения валентных колебаний С-О или С-ОН обозначается полосой при 1264 см^{-1} в обоих случаях [7].

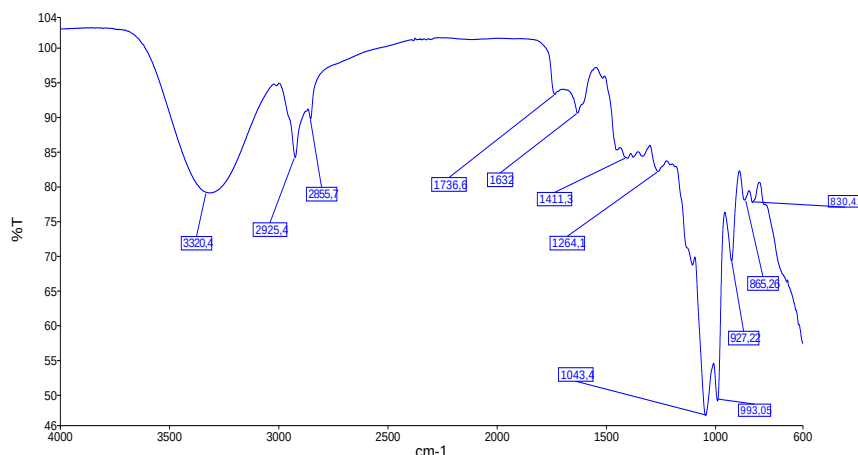


Рисунок 1 - ИК-Фурье спектры экстракта, полученных из корнеклубней топинамбура 95% этиловым спиртом

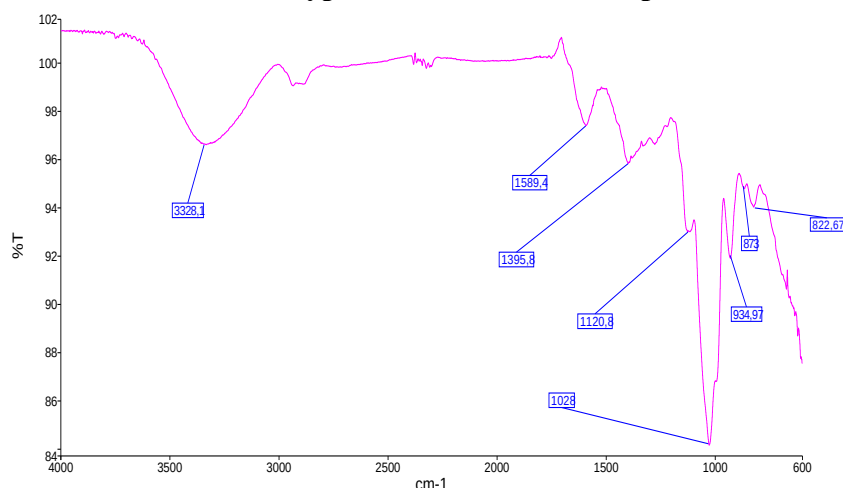


Рисунок 2 - ИК-Фурье спектры экстракта, полученных из корнеклубней топинамбура 80% этиловым спиртом

Таким образом, проведенные исследования доказали высокую эффективность двухстадийной экстракции с использованием 80% этанола для выделения полифенольных соединений из топинамбура сорта «Сарват», что подтверждается наибольшим выходом ПФС (22.0%). ИК-Фурье-спектроскопия идентифицировала ключевые функциональные группы (О-Н, С=С, С-О), характерные для флавоноидов и фенольных кислот, а сравнение с данными HPLC-MS/MS свидетельствует о наличии производных хлорогеновой и кафеоилхиновой кислот с выраженной антиоксидантной активностью, что подтверждает перспективность использования данного сырья в фармацевтической и пищевой промышленности в качестве источника ценных биологически активных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Afoakwah NA, Mahunu GK, 2022. Utilization of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber as a prebiotic and a synbiotic. In: Sulieman, A.M.E. and Mariod, A.A. (Eds.), African fermented food products - new trends, Springer, pp. 525–536.
2. Szewczyk A, Zagaja M, Bryda J, Kosikowska U, Stępień-Pyśniak D, Winiarczyk S, et al, 2019. Jerusalem artichoke – new applications in the supplement diet.

Аннотация: В работе обсуждается сравнительное изучение молекулярной массы (M_w , M_n) и гидродинамических свойств (характеристической вязкости $[\eta]$ и гидродинамического радиуса R_h) макромолекул инулина в растворе, экстрагированных новым (флэш) и традиционными способами.

Ключевые слова: инулин, гидродинамические свойства, молекулярно-массовое распределение.

Гидродинамические свойства и молекулярная масса являются фундаментальными данными для регулирования параметров процесса экстракции в производстве инулина. Например, при использовании в качестве заменителя жира высокомолекулярный инулин, смешанный с водой или с водным раствором, образует сеть частиц геля, создавая сливочную и растяжимую текстуру, которую можно легко добавлять в пищевые продукты для замещения до 100% жира [1].

В данной работе приводятся молекулярные и гидродинамические данные три разных инулинов. Инулины 1 и 2 были получены новым флэш-методом при температурах 95°C и 105°C в течение 7 мин соответственно. Инулин 3 получен из инулина 2 после концентрирования и очистки на ультрафильтрационной (УФ) мембране. Инулин ТМ — традиционным водным экстрагированием [2] при температуре 85°C и в течение 60 мин. Молекулярно-массовое распределение (ММР), среднемассовая (M_w) и среднечисленная (M_n) молекулярные массы, характеристическая вязкость ($[\eta]$) и гидродинамический радиус (R_h) определялись методом высокоэффективной эксклюзионной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Анализ данных проводился с использованием программного обеспечения ASTRA (Wyatt Technology) и Breeze (Waters).

Все образцы, полученные новыми методами (инулин 1 и инулин 2), показали бимодальное ММР, элюируясь двумя четкими пиками (рисунок): Пик (А): Низкий выход (4.05–7.59%), но исключительно высокой молекулярной массой (~1000–1170 кДа). Пик (В): Основная фракция с высоким выходом (до 95.47%) и низкой молекулярной массой (2.7–3.4 кДа).

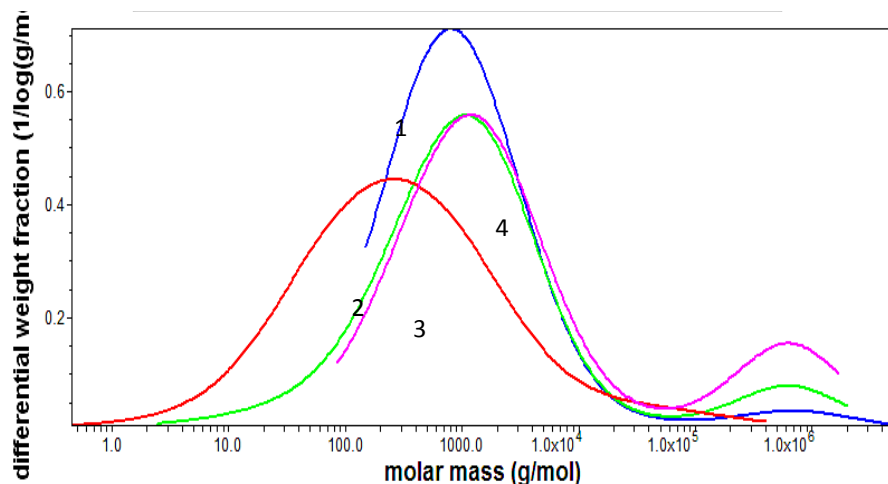


Рисунок. - Дифференциальные кривые (зависимость логарифма массовой доли полисахарида от молекулярной массы), экстрагированных полисахаридов из корнеклубней топинамбура, полученных с помощью программы ASTRA v 5.3.4.20 (Wyatt Technology) и Breeze (Waters): (1)-Инулин 1; (2) Инулин 2; (3) Инулин 3 и (4) Инулин -ТМ [2].

Все образцы, полученные новыми методами (инулин 1 и инулин 2), показали бимодальное ММР, элюируясь двумя четкими пиками: Пик (А): Низкий выход (4.05–7.59%), но исключительно высокой молекулярной массой (~1000–1170 кДа). Пик (В): Основная фракция с высоким выходом (до 95.47%) и низкой молекулярной массой (2.7–3.4 кДа).

Инулин ТМ элюировался одним пиком с очень низкой M_w (1.49 кДа) и экстремально высокой полидисперсностью ($M_w/M_n = 69.8$), что характерно для продуктов, подвергшихся термической деградации.

В таблице даются значения молекулярной массы, полидисперсности (M_w/M_n) и гидродинамические параметры (η_w , $Rh(w)$) изученных образцов инулина.

Таблица - Данные молекулярной массы и гидродинамические свойства образцов инулина, изолированных различными методами [2].

Инулин	Способ экстракции	R, %	MG, %	M_w , кДа	M_w/M_n	η_w , мл/г	$Rh(w)$ нм
Инулин 1 (А)	Флэш-метод $T=95^\circ\text{C}$ 7 мин	4.05	8.4	1173.9	1.36	49.8	17.6
Инулин 1 (В)		95.47		2.89	2.9	2.8	0,8
Инулин 2 (А) Инулин 2 (В)	Флэш-метод $T=105^\circ\text{C}$ 7 мин	7.59	15.2	1003.9	1.6	64.5	17,9
		91.14		2.7	7.9	3.7	0,9
Инулин 3 (А)	Инулин 2 после УФ	6.83	34.0	1025.4	1.5	70.1	18.6
Инулин 3 (В)		39.36		3.4	3.2	4.0	1.0
Инулин ТМ	Традиционный метод	85.2	9.1	1.49	69.8	1.3	0.5

Из данных таблицы также видно, что изменение гидродинамических свойств (характеристическая вязкость ($[\eta]$) и гидродинамический радиус $Rh(w)$) изученных полисахаридов (инулин-1 и инулин-2) аутентичны изменениям молекулярной массы и профиля ММР. Значения $[\eta]$ и $Rh(w)$ для инулина 1 и инулина-2 равны 2.8 мл/г; 0.8 нм, и 3.7 мл/г; 0.9 нм соответственно. Важно отметить изменение этих параметров для инулина-ТМ и УФ-концентрата (инулин-3): значение M_w , ($[\eta]$) и $Rh(w)$ для этого образца выше, чем у исходного образца-инулина-2, хотя значение M_w , остаётся почти одинаковым для высокомолекулярной фракции, равной 1025.4 кДа.

Высокомолекулярные фракции (А) демонстрируют аномально высокие значения характеристической вязкости $[\eta]$ (49.8 – 70.1 мл/г), что не соответствует компактной глобулярной форме.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что инулин склонен к агрегации и образованию высокомолекулярных фракций со сложной надмолекулярной организацией. Степень полимеризации (СП) сама по себе является упрощенным параметром, не отражающим реальное ММР и конформацию макромолекул в растворе. Традиционный метод получения приводит к сильной деполимеризации и широкому распределению по массам, в то время как новые методы позволяют выделить нативную высокомолекулярную фракцию, хотя и в малом количестве. Неудачная попытка разделения фракций методом ультрафильтрации подчеркивает лабильность этих надмолекулярных комплексов.

Таким образом, на основе анализа полученных данных и предыдущей работы [2] установлено, что гидродинамические свойства инулина критически зависят от метода его выделения и очистки, а его поведение в растворе определяется не средней молекулярной массой, а сложным надмолекулярным устройством и склонностью к агрегации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Franck, A., Technological functionality of inulin and oligofructose. Br / A. Franck // J. Nutr. 2002. № 87. P. 287-291.
2. А.С. Насриддинов, А.И. Ашуров, Ш.Ё. Холов, И.Б. Исмоилов, С.Р. Усманова, З.К. Мухидинов. Самоагрегирующие свойства инулина, полученные различными методами / // Изв. Вузов Прикладная химия и биотехнология. 2022. Т.12. №1. С.38–49.

HYDRODYNAMIC PROPERTIES OF INULIN

A.I. Ashurov, G.D. Khasanov, Sh.Ye. Kholov, Z.K. Mukhidinov

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republik of Tajikistan

Abstract: The paper discusses a comparative study of the molecular weight (M_w , M_n) and hydrodynamic properties (characteristic viscosity, $[\eta]$ and hydrodynamic radius, R_h) of inulin macromolecules in solution, extracted by new (flash) and traditional methods.

Keywords: inulin, hydrodynamic properties, molecular weight distribution.

ХУСИЯТҲОИ ГИДРОДИНАМИКИИ ИНУЛИН

А.И. Ашуров, Г.Д. Хасанов, Ш.Е. Холов, З.К. Мухидинов

Институти химияи ба номи В. Никитин, Академияи фанҳои Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Мухтасар: Дар мақола омӯзиши муқоисавии вазни молекулавӣ (M_w , M_n) ва хосиятҳои гидродинамикӣ (вискозияти хос $[\eta]$ ва радиуси гидродинамикии R_h) макромолекулаҳои инулин дар маҳлул, ки бо усулҳои нав (флеш) ва анъанавӣ истихроҷ карда шудаанд, баррасӣ карда мешавад.

Калидвожаҳо: Инулин, хосиятҳои гидродинамикӣ, тақсимои вазни молекулавӣ.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ГИДРОЛИЗА-ЭКСТРАКЦИИ НА ВЫХОД КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА РАСПАДА ПРОТОПЕКТИНА КОРЗИНКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Д.С. Мухидинов, Б.С. Ёрова, В.А. Дегтярёв, С. Халикова, Д.Х. Халиков

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г.Душанбе, РеспубликаТаджикистан, dilo-0392@mail.ru

Аннотация: цель данной работы является изучение влияния продолжительности гидролиза-экстракции на выход конечного продукта распада протопектина корзинки подсолнечника, установление оптимальных условий при получении целевых продуктов. Результаты исследований показывают, что, контролируя время продолжительности гидролиза-экстракции протопектина корзинки подсолнечника, можно целенаправленно процесс получения пектиновых полисахаридов в зависимости от цели их применения.

Ключевые слова: пектиновые вещества, микрогель, продолжительность гидролиза, распад протопектина.

Abstract: the purpose of this work is to study the effect of the duration of hydrolysis-extraction on the yield of the final product of the decay of sunflower basket protopectin, to establish optimal conditions for obtaining target products. The results of the studies show that by controlling the duration of hydrolysis-extraction of sunflower basket protopectin, it is possible to specifically direct the process of obtaining pectin polysaccharides depending on the purpose of their use.

Keywords: *pectin substances, microgel, hydrolysis duration, protopectin breakdown.*

При разработке современных технологий, получения пектиновых полисахаридов из вторичных ресурсов пищевой промышленности, основное внимание направлено на увеличение выхода целевых продуктов и создание условий технологического процесса. Наиболее перспективными видами растительного сырья, представляющими интерес для промышленности при производстве пектиновых полисахаридов, являются свекловичный жом, корзинки подсолнечника, яблочные выжимки и цитрусовые корочки [1]. Выход, конечного продуктов протопектина (ПП), зависит не только от источника сырья, но и от многочисленных факторов, такие как способ проведения гидролиза-экстракции, природа и концентрации гидролизующего агента и т.д.

Исходя из этого, целью данной работы явилось изучение влияния продолжительности гидролиза-экстракции на выход конечного продукта распада протопектина корзинки подсолнечника, установление оптимальных условий при получении целевых продуктов, объектом исследования взяты корзинки подсолнечника. Работу проводили при температуре 85⁰С в статическом режиме в растворе соляной кислоты, значением рН=1,2 в гидромодуле 1:20, продолжительность реакций от 15 до 60 мин. Далее, продукты реакции делили по фракциям микрогель (МГ), пектиновые вещества (ПВ) и олигосахариды (ОС) по методике [2].

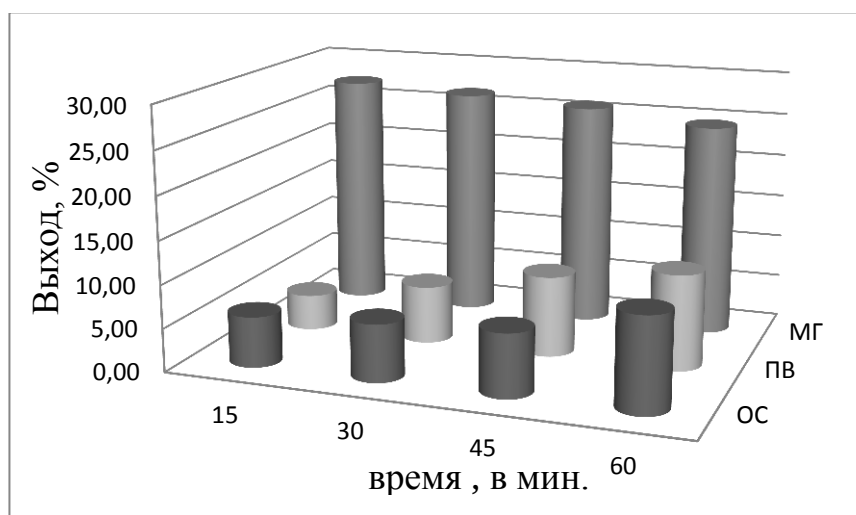


Рис. 1. Выход продуктов распада протопектина корзинки подсолнечника от продолжительности реакции.

Как видно из рис. 1. основной продукт распада протопектина корзинки подсолнечника является МГ, что его выход во всех опытах превышает более 20%-ов от массы сырья. При гидролизе-экстракции с продолжительностью 15 мин. выход МГ максимален и достигнет выше 27,%, затем последовательно уменьшается–24,63%. Выход ПВ при продолжительности реакции 15 мин. минимален, что равно 4,13%, закономерно увеличивается до 11,07%, при продолжительности реакции до 60 мин. Видно, что выход ОС с ростом продолжительности реакции увеличивается, хотя его выход при условиях 15 мин. выше, чем выхода ПВ в тех же условиях. Очевидно, что процесс гидролиза протопектина идёт последовательно по схеме: ПП→МГ→ПВ→ОС, что относительно зависит от продолжительности реакции. Причина повышенного выхода ОС в том, что ОС могут образоваться при реакции гидролиза всех компонентов: ПП→ОС, МГ→ОС и ПВ→ОС.

Из полученных данных можно сделать вывод, что выход конечного продукта распада протопектина корзинки подсолнечника, закономерно зависит от

продолжительности гидролиза-экстракции, для получения целенаправленного продукта, нужно, подходить с оптимальными условиями при конкретных целях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халиков Д.Х., Махкамов Х.К., Халикова С., Мухиддинов Д.С., Авлоев Х.Х. Сравнительное изучение кислотной гидролиз-экстракции протопектинов корзинки подсолнечника и свекловичного жома // Доклады национальной академии наук Таджикистана, 2023, том 66, №9-10. С. 588-594.

2. Халиков Д.Х., Бободжонова Г.Н., Горшкова Р.М., Махкамов Х.К. Влияние скорости потока на гидролиз-экстракцию корзинки подсолнечника в динамическом режиме. – Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2017, т.60, №3-4, С. 157-163.



РОЛЬ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В ПРОЦЕССЫ СОРБЦИИ БИЛИРУБИНА ИЗ ПЛАЗМЫ КРОВИ

Д.С. Мухиддинов, Д.Х. Халиков

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, Душанбе,

Республика Таджикистан, dilo-0392@mail.ru

Аннотация: в клинических условиях изучена сорбционная способность пектиновых полисахаридов с содержанием ионов кальция 2,35мэк/г полимера, так же образцов с содержанием ионов кальция от 2,35 до 16,9 мэк/г, полученных при обработке МГ растворами CaCl_2 , различной концентрацией. Установлено, что с ростом содержания ионов кальция в МГ сорбция билирубина увеличивается почти в два раза. Полученные результаты дают возможность использование комплексов пектиновых полисахаридов ионами кальция в клинической практике.

Ключевые слова: пектиновые полисахариды, билирубин, сорбция билирубина, ионы кальция

Abstract: Sorption ability of pectin polysaccharides with calcium ions content of 2.35 meq/g of polymer, as well as samples with calcium ions content from 2.35 to 16.9 meq/g, obtained by treatment of MG with CaCl_2 solutions of different concentration, was studied in clinical condition. It was found that with increasing calcium ion content in MG, bilirubin sorption increases almost twofold. The obtained results allow using complexes of pectin polysaccharides with calcium ions in clinical practice.

Keywords: pectin polysaccharides, bilirubin, bilirubin sorption, calcium ions.

В то же время, как было показано [1], несмотря на наличие одинаковых функциональных групп пектиновых полисахаридов и молекул билирубина, первый в опытах *in vivo* показывает достаточную сорбционную ёмкость по отношению ко второму. Этот факт, в определённой степени, является неожиданным и естественно требует постановки дополнительных исследований по изучению закономерности сорбции билирубина пектиновыми полисахаридами.

Исходя, из этого, целью настоящей работы явилось изучение комплексообразующей способности пектиновых полисахаридов по отношению к билирубину. В данной работе, в качестве исходных объектов использовались пектиновые полисахариды с содержанием ионов кальция 2,35мэк/г полимера, так же образцов с содержанием ионов кальция от 2,35 до 16,9 мэк/г, полученных при обработке МГ растворами CaCl_2 , различной концентрацией.

Следует отметить, что сам факт возможности взаимодействия между одноименно заряженными компонентами, обусловленные наличием карбоксильных групп на первый взгляд кажется странным.

Аннотация. Исследован флэш-метод экстракции пектиновых полисахаридов (ПП) из корок граната с использованием водного и кислотного гидролиза при температуре 120°C в течение 10 минут. Результаты показали, что кислотный гидролиз с лимонной кислотой (6,44%) более эффективен, чем водный (3,36%). Полученные данные свидетельствуют об использовании корок граната как новый источник ПП, которые могут быть использованы в пищевой и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: корки гранаты, пектин, флэш-гидролиз, водная и кислотная экстракция.

Гранат — это субтропическое дерево, принадлежащее семейству *Punicaceae*, с ботаническим названием *Punica granatum*. Оно не только известно своим вкусом, но и ценится за питательные и лечебные свойства. В труде Авиценны (Ибн Сино) "Канон врачебной науки" гранат упоминается более ста пятидесяти раз в контексте лечения, что сравнимо по частоте с упоминаниями масла и меда.

Пектиновые полисахариды известны своей широкой областью применения: используется как желирующий агент в пищевой промышленности, а также в медицине и фармацевтике. Это гетерополисахарид, присутствует в клеточных стенках растений и выполняет различные функции от защиты клеток до сохранения свежести фруктов [1].

Кора граната традиционно считается "стражем" здоровья пищеварительного тракта, она помогает поддерживать его чистоту и нормализует его ритм. Зерна граната, в свою очередь, обладают удивительными свойствами, очищая кровь и способствуя её здоровому формированию. В целом, это растение занимает важное место в традиционной медицине многих народов благодаря своим целебным качествам [1].

В процессе экстракции ПП из граната можно выделить ряд полезных биологически активных веществ [2]. Эти соединения играют значительную роль в поддержании гомеостаза и общего состояния здоровья человека. Процесс переработки гранатовых плодов в сок приводит к образованию жмыха (выжимок), который может составлять до 46-48% от исходного объема. Этот жмых содержит множество ценных веществ, таких как пектин, танин, дубильные вещества, полифенолы, фенольные соединения и антоцианиды, обладающие выраженными лечебными, профилактическими, антибактериальными и фитонцидными свойствами [3].

В данной работе рассматривается процесс гидролиза пектина из корок граната с использованием водного и кислотного гидролиза экстракции с применением флэш способа [4].

Флэш-экстракция пектина из растительного сырья проводилась под воздействием высокой температуры и давления в автоклаве с использованием воды (водный гидролиз) и раствора лимонной кислоты (кислотный гидролиз) [4]. Основной целью являлась экстракция пектиновых веществ из клеточных стенок корок граната с получением растворов пектинового экстракта.

Процесс водного гидролиза осуществлялся в автоклаве при температуре 120°C и давлении 1,5 атм. Для этого набухшее растительное сырьё (корки граната) помещали в автоклав, добавляли воду в гидромодуле 1:20 и плотно закрывали крышку автоклава. Затем запускался пар, и время гидролиза фиксировалось с момента достижения рабочей температуры. Экстракция продолжалась 10 минут, после чего мешок с корками выжимали, а полученный раствор подвергался центрифугированию.

После водного гидролиза проводили кислотный гидролиз. Для этого готовили раствор лимонной кислоты с концентрацией 10% и pH = 1,7. Процесс гидролиза также осуществлялся при температуре 120°C и давлении 1,5 атм в течение 10 минут. После завершения гидролиза, полученные растворы подвергались центрифугированию, а затем концентрировались с помощью ротационного испарителя.

В данной работе определен критический индекс электропроводности композиционных полимерных материалов, содержащих нано и высокодисперсные частицы никеля. Показано, что бесконечный кластер в композитах, содержащих наночастицы никеля более извилистей по сравнению композитов, содержащие высокодисперсные частицы Ni.

Ключевые слова: теплопроводность, проводимость, критический индекс, полимерных материалов, наночастицы никеля.

In given working is determined critical index to conduction composition polymeric material, containing nano and the high-dispersed nickel particles. It is Shown that infinite cluster in composites containing, nanoparticles of the nickel more sinuous by comparison - in the high-dispersed of the particles.

Key words: conductivity, semiconductor pyro-polymer, composite polymeric materials, nanodispersed, heterogeneous systems, nicel.

Характер зависимости электропроводности (σ) полимерных композитов от концентрации электропроводящего наполнителя (V_1) может быть описан формулами, полученными в рамках теории протекания [1-3]. Согласно перколяционной теории [4], проводимость σ систем, содержащих металлические частицы, распределенные случайным образом в диэлектрической матрице, описывается следующими формулами:

$$\sigma(V_1) = \sigma_1 \left(\frac{V_1 - V_c}{1 - V_c} \right)^t, \quad V_1 \geq V_c, \quad (1)$$

$$\sigma(V_1) = \sigma_2 \left(\frac{V_c - V_1}{V_c} \right)^q, \quad V_1 < V_c, \quad (2)$$

где σ_1 - проводимость металлических частиц; σ_2 - проводимость диэлектрической матрицы; V_c - критическая концентрация (порог протекания), при которой впервые образуется бесконечный кластер из частиц наполнителя; t и q - параметры, называемые критическими индексами, значение которых для трехмерных систем соответственно равны 1,6 и 0,98. Когда бесконечный кластер из частиц металлов извилистей, то расчетные значения $t > 1,6$ [5]. Однако, это заключение экспериментально не доказано. Настоящая работа посвящена этому вопросу.

Для исследований были приготовлены два типа композитов. Один – металл - полимерный композит, содержащий наноразмерные частицы никеля. Другой – металл-полимерный композит, содержащий высокодисперсные частицы никеля. В обоих случаях в качестве полимерной матрицы использовался фенилон.

На рисунке показаны экспериментальные зависимости проводимости σ от долевого содержания Ni для обоих изучаемых композиционных материалов. На этом рисунке также показаны зависимости σ от V_1 рассчитанные в рамках перколяционной теории, используя приведенные выше формулы (1) и (2). Для изучаемых композитных материалов критический долевым объем V_c никелевых частиц был определен дифференцированием $\lg \sigma$ по V_1 . Для определения критического индекса t экспериментальные данные были представлены как график в координатах $\lg \sigma - \lg[(V_1 - V_c)/(1 - V_c)]$. Величина t — это угол наклона этого графика. Величины σ_1 и σ_2 были получены экстраполяцией этого графика к $V_1 = 1$ и $V_1 = 0$ соответственно. Найдено, что $V_c = 0.105$ и $t = 2.20$ для композитного материала с наноразмерными частицами никеля и $V_c = 0.210$ и $t = 1.78$ для композитного материала с высоко дисперсными частицами никеля. Критический индекс q был взят равным 1, что справедливо для трехмерных систем [4].

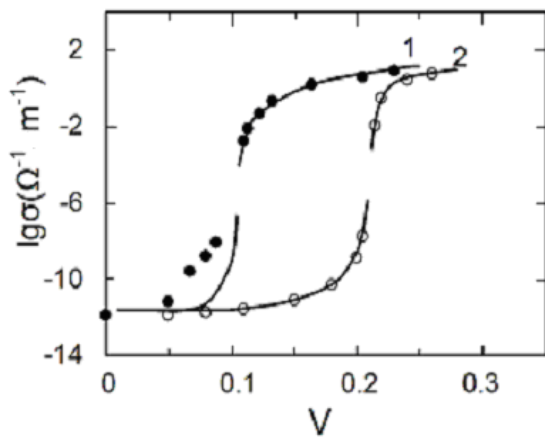


Рисунок. Сравнение экспериментальных (точки) и вычисленных (кривые) зависимостей электропроводности от содержания никеля в полимерных композитах с наноразмерными (черные точки, кривая 1) и высокодисперсными (пустые точки, кривая 2) частицами.

Как видно из рисунка для обоих типов изучаемых композитных материалов соответствие между теоретическими и экспериментальными данными наблюдается при $V_1 > V_c$. В случае $V_1 < V_c$ соответствие между теоретическими и экспериментальными зависимостями наблюдается только для композитного материала с высокодисперсными никелевыми частицами. Происхождение этого несоответствия могут быть понятно в рамках пространственно-структурной иерархической модели, предложенной недавно Balberg и др. для композитных материалов [6,7].

Методы теории протекания позволяют установить топологию сетки сопротивления бесконечного кластера [4,5]. Одной из характеристик гетерогенных неоднородных систем является плотность бесконечного кластера $P(V_1)$. Вблизи порога протекания $P(V_1)$ имеет вид [5].

$$P(V_1) = D (V_1 - V_c)^\beta.$$

где D - численный коэффициент порядка единицы, β - критический индекс, для трехмерных систем, равный 0,4. Величина $P(V_1)$ характеризует долю узлов, принадлежащих бесконечному кластеру. При $V_1 < V_c$ величина $P(V_1) \equiv 0$ т.к. бесконечный кластер отсутствует. С увеличением V_1 значение $P(V_1)$ возрастает, при $V_1 = 1$ $P(V_1)$ также должна равняться единице.

Для определения длины скелета бесконечного кластера используем модель, предложенную впервые Б.И. Шкловским. Для плоской задачи эта модель [4] представляет собой нечто вроде очень большой рыболовной сети. Характерный линейный размер ячейки этой сети называется радиусом корреляции и выражается формулой:

$$R = L / \left(\frac{V_1 - V_c}{1 - V_c} \right)^{-\nu},$$

где L - длина равная по порядку величины периоду решетки, ν - критический индекс радиуса корреляции (в трехмерном случае $\nu = 0,8$). На основе этой модели показано, что если проволочка, образующая скелет, имеет извилистость то Z - длина проволоочки между точками пересечений, больше R и выражается формулой

$$Z = L \left(\frac{V_1 - V_c}{1 - V_c} \right)^{-\xi},$$

где ξ - критический индекс. Величина

$$\frac{Z}{R} = \left(\frac{V_1 - V_c}{1 - V_c} \right)^{-(\xi - \nu)} \quad (3)$$

показывает, во сколько раз длина скелета больше, чем R за счет извилистости. Критические индексы t , ξ и ν связаны между собой соотношением $\xi = t - \nu$ [5].

Как видно из таблицы значение $P(V_1)$ при удалении от порога протекания в сторону больших V_1 , возрастает. Это означает, что бесконечный кластер постепенно присоединяя конечные кластеры, образованные между частицами никеля, становится все более "густым". При $t = 1,6$ значение R равно Z , т.е.

отсутствует извилистость бесконечного кластера. Значения $\frac{Z}{R}$, вычисленные по формуле (3) при $t = 1,78$ и $t = 2,20$, приведены в таблице. Как видно из таблицы, вблизи порога протекания в композитах, содержащих наночастицы никеля, бесконечный кластер более извилист, по сравнению с композитами, содержащими высокодисперсные частицы. Эти результаты показывают, что чем выше дисперсность, тем больше извилист бесконечный кластер в таких композитах.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахманов У., Зайнутдинов А.Х., Камилов Ш.Х., Магруппов М.А. // *Высокомолек. соед.* А. 1988. Т.30. №6. С. 1234-1238.
2. Возняковский, А. П., Неверовская, А. Ю., Отвалко, Ж. А., Возняковский, А. А., & Шугалей, И. В. (2023). Композиционные материалы на основе эпоксидных олигомеров и графеновых нанопластин как основа защитных покрытий с улучшенным комплексом экологических параметров. *Экологическая химия*, (32 (1)), 19.
3. Islamov, B. K., Mamaeva, D. A., & Vakhobov, K. I. (2023). Solid phase dissolution fibroin of natural silk. *The American Journal of Engineering and Technology*, 5(01), 1-6.
4. Хорольская, С. В., Полянский, Л. Н., Кравченко, Т. А., Конев, Д. В., & Крысанов, В. А. (2015). Эффект перколяции в динамике редокс-сорбции кислорода металл-ионообменными наноккомпозитами. *Российские нанотехнологии*, 10(9-10), 73-77.
5. Абдураимов, Д. Э. Ё., Норматова, М. Н., & Монасипова, Р. Ф. (2021). Либман типигади итерацин усулни эластиклик назарияси масаласига қўллашнинг математик модели. *Science and Education*, 2(1), 15-20.
6. Balberg I., Azulay D., Toker D and Millo O. // *Int. J. Mod. Phys.* 2004. B. V. 18, P.2091- 21
7. Seytov, A., Abdurakhmanov, O., Kakhkhorov, A., Karimov, D., & Abduraimov, D. (2024). Modeling of two-dimensional unsteady water of movement in open channels. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 486, p. 01023). EDP Sciences.



ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СЕМЯН РОЖКОВОГО ДЕРЕВА (*CERATONIA SILIQUA* L.) МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЗОННОГО ЭЛЕКТРОФЕРЕЗА

Ш. Хуршедзода, З.У. Шерова, С.Р. Усманова, З.К. Мухидинов
Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,
Республика Таджикистан

Аннотация. Данное исследование показало, что семена плодов, розжового дерева (кароба), произрастающего в Таджикистане, являются одними из потенциальных природных источников полифенольных соединений. В них обнаружено высокое содержание фенольных кислот (синапиновой, гомогентизиновой и коричневой), 2-(4-гидроксифенил) этанола и ряд флавоноидов (ресвератрол, эпикатехин, катехин, кверцитрин и фисетин). Эти соединения обладают важными антиоксидантными свойствами, являются неотъемлемой частью новых лекарственных препаратов.

Ключевые слова: семена, плоды кароба, полифенольные соединения, капиллярный электрофорез.

В последние годы натуральные продукты привлекают все большее внимание при разработке новых лекарственных препаратов. Оценка всех новых

молекулярных структур, одобренных Федеральным бюро США по лекарственным средствам (FDA), показала, что на природные продукты и их производные приходится более трети всех новых молекулярных структур [1]. Натуральные продукты являются неотъемлемой частью процесса разработки новых лекарственных препаратов.

Рожковое дерево (*Ceratonia siliqua* L.) (кароб), принадлежащее к семейству бобовых, является эндемичным компонентом флоры Средиземноморского региона и рассматривается как стратегически значимый вид с точки зрения экономической и экологической устойчивости агроэкосистем [2].

Основными производителями Кароба являются Испания, за которой следуют Португалия, Италия, Марокко, Турция, Греция, Кипр, Ливан и Алжир [3]. В нашей стране кароб растет в холмистых местах и устойчив в условиях жаркого климата. Плоды вызревают в июле-августе месяцев.

Плоды кароба представляют собой нераскрывающиеся стручки с продольным утолщением вдоль швов, длина которых колеблется от 10 до 30 см, ширина – 1,5–3,5 см, толщина – около 1 см. Морфологически стручок состоит из двух основных компонентов: мезокарпа (мякоть, 90%) и семян (~10%), что определяет их функциональную и технологическую значимость в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности [2, 3].

Семена кароба имеют коричневый цвет, довольно твердые, имеют длину около 10 мм и весят около 0,2 г каждое [4]. Они разделяются на три части: кожура (30–35%), эндосперм (40–50%) и зародыш (20–25%), что обеспечивает сбалансированное содержание белков, углеводов, полифенолов, гарантирующих идеальное набухание и хорошую способность удерживать масло, а также значительное содержание макро- и микроэлементов. Благодаря своему особому составу эти части, особенно эндосперма, находят важное применение во многих отраслях народного хозяйства [5].

Семена содержат три ключевых класса соединений: камедь, полифенолы и белки, которые обеспечивают структурные и биохимические свойства, востребованные в биотехнологических приложениях.

Нами были извлечены жиро-восковые вещества из плодов кароба, а полифенольные соединения (ПФС) определялись с использованием метода Фолина–Чокальтеу, также была оценена антиоксидантная активность отдельных частей плодов — семян и стручков [6].

Целью данного исследования являлось количественное определение общего содержания ПФС, а также идентификация и оценка содержания отдельных компонентов ПФС в семенах кароба с применением капиллярного электрофореза (КЭ).

Анализ компонентного состава проводился на системе капиллярного зонного электрофореза *3D Agilent G1600AX* (Германия), оснащённой диодной матричной детекторной системой. Управление и обработка данных осуществлялись с использованием программного обеспечения *3D-CE Agilent ChemStation B.02.01 SR2*.

Калибровка прибора выполнялась на основе 18 стандартных образцов фенольных соединений.

Для анализа были подготовлены экстракты семян рожкового дерева в трёх концентрациях: 1.0 мг/мл, 10.0 мг/мл и 50.0 мг/мл, что позволило оценить зависимость проявления ПФС в поле электрофореза от концентрации экстракта, чтобы получить достоверные количественные показатели (таблица).

Анализ фенольных соединений семян рожкового дерева показал, что их состав зависит от концентрации экстракта. В экстракте с низкой концентрацией (1%) обнаружен один компонент — 2-(4-гидроксифенил) этанол. 2-(4-гидроксифенил) этанол — это природное фенольное соединение, также известное как тирозол, которое содержится в таких продуктах питания, как оливковое масло, вино и арахис.

Таблица. Состав ПФС семян кароба при различных концентрациях экстракта

Соединение	С ПФС, мг/мл	Время удерживания, мин	Содержание, мг/л
2-(4-гидроксифенил) этанол	1	5.732	222.12
Ванилин	10	10.384	4.68
Транс-циннамовая (коричная) кислота	10	10.549	0.36
Транс-циннамовая (коричная) кислота	50	10.533	18.88
Сиринговая (Сиреневая) кислота	10	12.417	8.53
	50	12.250	1.89
Ресвератрол	50	7.532	9.93
Эпикатехин	50	9.183	17.87
Катехин	50	9.413	2.94
3,4-Диметокси бензойная кислота	50	9.524	19.15
Кверцитрин	50	11.020	11.68
Синапиновая кислота	50	11.141	479.24
Гомогентизиновая кислота	50	11.358	1002.91
Фисетин гидрат	50	12.554	29.55
Транс-феруловая кислота	50	12.890	7.44
Сумма ПФС			1834.92

Анализ фенольных соединений семян рожкового дерева показал, что их состав зависит от концентрации экстракта. В экстракте с низкой концентрацией (1%) обнаружен один компонент — 2-(4-гидроксифенил) этанол. 2-(4-гидроксифенил) этанол — это природное фенольное соединение, также известное как тирозол, которое содержится в таких продуктах питания, как оливковое масло, вино и арахис.

Он является ключевым компонентом средиземноморской диеты и, как было показано, обладает биодоступностью и усваивается организмом человека¹.

Обнаружена повышенная концентрация гомогентизиновой кислоты (1003 мг/л) в спиртовом экстракте семян кароба — это органическое соединение, являющееся двухатомным фенолом. Накопление гомогентизиновой кислоты происходит при алкаптонурии, редком генетическом заболевании, когда из-за дефекта метаболического пути она накапливается в моче [7].

Второе доминирующее ПФС в составе семян кароба, синаповая кислота — органическое соединение, производное коричной кислоты. Она обладает антиоксидантными, противоопухолевыми, противовоспалительными и антибактериальными свойствами [1, 8].

При средней концентрации (10%) были выявлены такие фенольные соединения, как ванилин, транс-коричная и сиреневая кислоты.

Ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) является основным компонентом натуральной ванили, одного из наиболее широко используемых и важных ароматизаторов во всем мире. Важно помнить, что ванилин горюч, а мелкодисперсные частицы могут образовывать взрывоопасные смеси в воздухе [9].

¹ Tyrosol- <https://en.wikipedia.org/wiki/Tyrosol>

Коричная кислота (КК) легкодоступна и обладает разнообразной биологической активностью и низкой цитотоксичностью. В недавнем обзоре [9] обсуждены опубликованные статьи, веб-базы данных (PubMed, Science Direct, SciFinder и CNKI) и сайты клинических исследований (<https://clinicaltrials.gov/>), посвященные натуральным продуктам и производным КК.

Сиреневая кислота — это природное фенольное соединение, встречающееся в различных растениях и известное своими антиоксидантными, противовоспалительными, антимикробными и противодиабетическими свойствами. Она действует как растительный метаболит и является диметоксибензольным производным галловой кислоты. Её терапевтический потенциал включает применение в лечении таких заболеваний, как диабет, сердечно-сосудистые заболевания и рак, а также в промышленности, в биоремедиации и материаловедении [10].

3,4-Диметоксибензойная кислота (вератровая кислота) используется в качестве промежуточного химического соединения для синтеза антибиотиков, различных красителей и других органических соединений. Она также применяется в фармацевтическом синтезе таких лекарственных средств, как жаропонижающие и противоревматические средства. Кроме того, вератровая кислота используется в качестве матрицы для масс-спектрометрического анализа пептидов, белков и углеводов².

В экстрактах высокой концентрации (50 мг/мл) спектр фенольных соединений значительно расширился. Основными группами соединений стали флавоноиды (кверцитрин, фисетин гидрат, эпикатехин, катехин), фенольные кислоты (транс-кумаровая, синапиновая, гомогентизиновая, сиреневая и транс-феруловая кислоты), а также полифенольные спирты и производные (ресвератрол, 3,4-диметоксибензойная кислота), обладающие выраженными антиоксидантными, противовоспалительными и кардиопротекторными свойствами.

Как показали наши недавние исследования [6, 11] плоды кароба (стручки и семена) являются одними из основных природных источников полифенольных соединений (ПФС). Эти соединения обладают важными антиоксидантными свойствами, связанными, прежде всего, с наличием гидроксильных групп в их молекулярной структуре. Кроме того, антибактериальное действие экстрактов фруктов, богатых ПФС, обычно встречающихся во фруктах, в последние годы стало объектом исследований. Более того, ПФС фруктов могут вызывать подавление экспрессии ряда генов, связанных с вирулентностью патогенных бактерий [12].

Полученные данные подтверждают значительный потенциал плодов кароба как источника биологически активных компонентов для разработки функциональных продуктов питания и нутрицевтиков с терапевтическим эффектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Newman D.J., Cragg G.M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *J Nat Prod.* 2020 -83(3). -P.770-803.
2. Tzatzani, T.-T., & Ouzounidou, G. Carob as an agrifood chain product of cultural, agricultural and economic importance in the mediterranean region. *Journal of Innovation Economics & Management*, 2023. – V.42(3)/ - P.127–147.
3. Gioxari, A., Amerikanou, C., Nestoridi, I., Gourgari, E., Pratsinis, H., Kalogeropoulos, N., Andrikopoulos, N. K., & Kaliora, A. C. Carob: A sustainable opportunity for metabolic health. *Foods*, 2022.- V.11(14)/ - 2154.
4. H. Fidan, S. Stankov, N. Petkova et al., “Evaluation of chemical composition, antioxidant potential and functional properties of carob (*Ceratonia siliqua*

² 3 4 dimethoxybenzoic acid - <https://cymitquimica.com/cas/93-07-2/>

- L.) seeds,” *Journal of Food Science and Technology*, 2020. - vol. 57, no. 7, pp. 2404–2413,
5. A. Amrani, H. Bouakline, M. Elkabous et al., “Ceratonia siliqua L seeds extract: experimental analysis and simulation study,” *Materials Today: Proceedings*, 2023. - vol. 72, pp. 3705–3711,
 6. Хуршедзода Ш., Шерова З.У., Ашуров. Биологически активные соединения плодов рожкового дерева. Материалы международно-практической конференции “Zamonavi kimiyoning dolzarb muamolari? Yrchimlari va rivojantirish istiqbolari», Денау, Республика Узбекистан, май, 2025, стр. 52-54.
 7. Badwaik, H. R., Kumari, L., Nakhate, K., Verma, V. S., & Sakure, K. Phytoconstituent plumbagin: Chemical, biotechnological and pharmaceutical aspects. *Studies in Natural Products Chemistry*, 2018. – 63. – P.415-460.
 8. Deng, H., Xu, Q., Guo, H., Huang, X., Chen, F., Jin, L., Quan, Z., & Shen, Q. Application of cinnamic acid in the structural modification of natural products: A review. *Phytochemistry*, 2023. – 206. – P. 113532.
 9. Walton, N. J., Mayer, M. J., & Narbad, A. Vanillin. *Phytochemistry*, 2003, - 63(5), -P.505-515.
 10. Zekrumah, M., Begua, P., Razak, A., Wahab, J., Moffo, N., Ivane, A., Oman, M., Elrashied, H., Zou, X., & Zhang, D. (). Role of dietary polyphenols in non-communicable chronic disease prevention, and interactions in food systems: An overview. *Nutrition*, - 2023, - 112, - P. 112034.
 11. Хуршедзода Ш., Кодырова Г., Худоиев С., Мухидинов З.К. Полифенольные соединения плодов рожкового дерева (*Ceratonia siliqua*) и оценка из антиоксидантной активности. Сборник научных статей по материалам Международного научного Симпозиума «От растения до лекарственного препарата», Москва, 4-6 июня 2025 г., ст. 222-227.
 12. Lima, M., Paiva de Sousa, C., Fernandez-Prada, C., Harel, J., Dubreuil, J., & De Souza, E. (2019). A review of the current evidence of fruit phenolic compounds as potential antimicrobials against pathogenic bacteria. *Microbial Pathogenesis*, 130, 259-270.

ОМУЌИШИ ТАРКИБИ ПОЛИФЕНОЛҲОИ ТУХМИ КАРОБ (*CERATONIA SILIQUA L.*) БО ЭЛЕКТРОФОРЕЗИ НАЙЧАҒИ

Ш. Хуршедзода, З.У. Шерова, С.Р. Усманова, З.К. Мухидинов

*Институти кимиёи ба номи В. Никитин АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе,
Ҷумҳурии Тоҷикистон*

Мухтасар. *Ин тадқиқот нишон дод, ки тухми меваи Кароб, ки дар Тоҷикистон мерӯяд, яке аз манбаъҳои бозътимоди табиӣи пайвастагиҳои полифенолӣ мебошад. Дар онҳо миқдори зиёди кислотаҳои фенолӣ (кислотаҳои синапикӣ, гомогентисӣ ва қаҳваранг), 2-(4-гидроксифенил) этанол ва як қатор флавоноидҳо (ресвератрол, эпикатехин, катехин, кверцитрин ва фисетин) мавҷуданд. Ин пайвастагиҳо хосиятҳои муҳими антиоксидантӣ доранд ва ҷузъи ҷудонашавандаи доруҳои нав мебошанд.*

Калидвожаҳо: *тухм, меваҳои кароб, пайвастагиҳои полифенолӣ, электрофорези капиллярӣ.*

STUDY OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS OF CAROB (*CERATONIA SILIQUA L.*) SEEDS BY CAPILLARY ZONE ELECTROPHORESIS

Sh. Khurshedzoda, Z.U. Sherova, S.R. Usmanova, Z.K. Muhidinov

Целью данного исследования было изучение количественного состава полифенольных соединений (ПФС) стручков рожкового дерева (кароба).

Для анализа профиля ПФС использовали спиртовой раствор ПФС экстракта разной концентрации методом капиллярного электрофореза (КЭ) [3]. Исследование компонентного состава ПФС образцов проводили методом капиллярного зонного электрофореза на КЭ системы 3D Agilent G1600AX (Германия), оборудованного детектором из диодной матрицы. Работа КЭ контролировалась с использованием программного обеспечения 3D-CE Agilent ChemStation B.02.01 SR2. Условия КЭ: Капилляр из плавленого кварца без покрытия (G1600-61232, Agilent) общей длиной 64,5 см (эффективная длина 56 см) × 50 мкм в.д. ФЭ -30 мМ буферного раствора тетрабората натрия (рН 9,3), содержащего 5% (об.%) изопропанола, инъекции-10 с, 35 мбар, приложенное напряжение на аноде +25 кВ, УФ обнаружение при 280 нм.

Были исследованы экстракты при трёх концентрациях: 1 мг/мл, 10 мг/мл и 50 мг/мл. Результаты анализа приведены в таблице.

Таблица. Состав ПФС стручков рожкового дерева при различных концентрациях экстракта

Соединение	Концентрация, ПФС, мг/мл	Время удерживания, мин	Содержание, мг/Л
2-(4-гидроксифенил) этанол	1	5.598	137.37
	10	5.694	287.60
	50	5.776	219.98
синапиновая кислота	10	10.978	75.18
	50	11.218	620.34
гомогентизиновая кислота	10	11.536	136.81
	50	11.444	40.34
транс-феруловая кислота	10	12.976	2.59
Ресвератрол	50	7.572	1.30
Гомованиллиновая кислота	50	9.805	11.82
Ванилин	50	10.238	11.21
Trans-Cinnamic acid транс-коричная кислота	50	10.622	3.25
сиреневая кислота	50	12.415	12.02
Сумма ПФС при максимальной концентрации	50		1086.94

Основными выявленными ПФС при низкой концентрации было 2-(4-гидроксифенил) этанол. Это указывает на высокую подвижность данного соединения в электрическом поле КЭ. С увеличением концентрации ПФС до 10 мг/мл 10% содержание данного ПФС увеличилось от 137.37 мг/Л до 287.6 мг/Л, проявились синапиновая, гомогентизиновая, транс-феруловая кислоты, ресвератрол, гомованиллиновая кислота, ванилин, транс-коричная и сиреневая кислоты.

Особое внимание привлекает синапиновая кислота, которая демонстрирует резкое увеличение его содержание с 75,18 мг/Л до 620,34 мг/Л в электрофореграмме при росте концентрации экстракта с при 10 мг/мл до 50 мг/мл.

Содержание гомогентизиновой кислоты изменялось от 136,81 мг/Л при 10 мг/мл до 40,34 мг/л при 50 мг/мл что может указывать на её частичное

взаимодействие с другими компонентами экстракта. Остальные соединения, включая транс-феруловую кислоту, ресвератрол, гомованиллиновую кислоту, ванилин, транс-коричную и сиреневую кислоты, присутствуют в меньших количествах и, соответственно, вносят более умеренный вклад в общую антиоксидантную активность.

Полифенолы являются производными флавонов, изофлавонов, флаванолов, катехинов и фенольных кислот; из-за их внутренних возможностей снижения, активации эндогенных защитных систем и потенциала-хелатирования металлов полифенолы обладают значительными антиоксидантными свойствами [4].

Результаты анализа демонстрируют, что концентрация экстракта существенно влияет на содержание фенольных соединений, при этом наиболее чувствительными к увеличению концентрации среди 10 обнаруженных ПФС, являются синапиновая кислота и 2-(4-гидроксифенил) этанол.

Таким образом, 2-(4-гидроксифенил) этанол и синапиновая кислота могут служить маркерами качества экстракта стручков рожкового дерева (кароба) и ориентиром при стандартизации биологически активного сырья для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности.

Плоды кароба (*Ceratonia siliqua*) являются ценным источником питательных веществ и биологически активных соединений. Их использование может расширить ассортимент продуктов необходимой для пищевой, косметической и фармацевтической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lupu M. I., Canja C. M., Padureanu V., Boieriu A. et al. Insights on the Potential of Carob Powder (*Ceratonia siliqua* L.) to Improve the Physico-Chemical, Biochemical and Nutritional Properties of Wheat Durum Pasta //Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13(6). – P. 3788.
2. Basharat Z., Afzaal M., Saeed F., Islam F., Hussain M. et al., Nutritional and functional profile of carob bean (*Ceratonia siliqua*): a comprehensive review// International Journal of Food Properties. – 2023. – 26, 1. – P.389-413. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2164590>
3. Бобокалонов Д.Т., Усманова С.Р., Исмоилов И.Б., Шерова З.У., Мухидинов З.К. Изучение полифенольных соединений корнеклубней Эремуруса Гиссарского (*E. Hissaricus*) методом капиллярного зонного электрофореза. Актуальная биотехнология 2018, №3 (26), с.275-279.
4. Correia, P. J., & Pestana, M. Sugars and phenols in carob tree fruits from different producing countries: A short review. Heliyon, 2024, 10(10), e30922.

ТАҲЛИЛИ ТАРКИБИ ПОЛИФЕНОЛИИ КАРБОБ БО ТАРЗИ ЭЛЕКТРОФОРЕЗИ НАЙЧАГӢ

Хуршедзода Ш.Х., Шерова З.У., Усманова С.Р., Мухидинов З.К.

*Институти кимиёи ба номи В. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе,
Ҷумҳурии Тоҷикистон*

Мухтасар. Таркиби миқдории пайвастагиҳои полифенолӣ (ППФ) аз экстрактҳои меваи кароб бо консентратсияи гуногун тавассути электрофорези найчагӣ омӯхта шуд. Натиҷаҳои таҳлил нишон медиҳанд, ки консентратсияи экстракт ба таркиби пайвастагиҳои фенолӣ ба таври назаррас таъсир мерасонад. Аз байни 10 намунаи ППФ кислотаи синапӣ ва 2-(4-гидроксифенил) этанол ба зиёдиавии консентрати экстракт бештар ҳассос мебошанд, ки

ҳангоми стандартизатсияи он чун нишонаи сифати меваи кароб хизмат карда метавонанд.

Калидвожаҳо: Меваи кароб, пайвастагиҳои полифенолӣ, электрофорези найчагӣ, экстракти спиртӣ.

ANALYSIS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS OF CAROB PODS (*CERATONIA SILIQUA L.*) BY CAPILLARY ZONE ELECTROPHORESIS

Khurshedzoda Sh. Kh, Sherova Z.U., Usmanova S.R., Muhidinov Z.K.
Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin NAS of Tajikistan, Dushanbe
Republik of Tajikistan

Abstract. The quantitative composition of polyphenolic compounds (PPC) of carob pod extract of different concentrations was studied using capillary electrophoresis. The results of the analysis demonstrate that the concentration of the extract significantly affects the content of phenolic compounds. Among them the sinapic acid and 2-(4-hydroxyphenyl) ethanol being the most sensitive to an increase in concentration, which can serve as markers of the quality of carob pod extract during its standardization.

Keywords: Carob fruits, polyphenolic compounds, capillary electrophoresis, alcoholic extract.



ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ЖИДКОГО ЭКСТРАКТА «ЭКСТРАДЕНТ»

Ш.С. Юлдашева, М.И. Алиходжаева, Ф.С. Жалилов

Университет Альфраганус, г. Ташкент, Республика Узбекистан

E-mail: yshohida207@gmail.com, alikhodjaeva.madina@gmail.com

Аннотация. Разработана эффективная фитокомпозиция «Экстрадент» на основе местного растительного сырья для профилактики воспалительных заболеваний полости рта. Жидкий экстракт «Экстрадент» получен из листьев крапивы двудомной (*Urtica dioica*), цветков ноготков лекарственных (*Calendula officinalis*), травы горца перечного (*Polygonum hydropiper*) и пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris*). Основным объектом исследования являются флавоноиды, количественное определение которых проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. В ходе валидации метода были изучены параметры специфичности, повторяемости, точности, линейности, диапазона применения и стабильности. Повторяемость метода подтверждена серией из восьми последовательных измерений, где относительное стандартное отклонение составило 0,96545%. Анализ точности показал отклонения результатов в пределах $\pm 1\%$ от теоретических значений. Линейность метода подтверждена высоким коэффициентом корреляции (0,99). Полученные результаты подтверждают пригодность предложенного метода для количественного анализа флавоноидов в составе жидкого экстракта «Экстрадент».

Ключевые слова: жидкий экстракт «Экстрадент», валидация, флавоноиды, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

VALIDATION OF THE METHOD OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE LIQUID EXTRACT "EXTRADENT"

Sh.S. Yuldasheva, M.I. Alikhodjaeva, F.S. Jalilov

Alfraganus University, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Annotation. An effective phytocomposition "Extradent" has been developed based on local plant materials for the prevention of inflammatory diseases of the oral cavity. The "Ekstradent" extract is derived from Stinging Nettle (*Urtica dioica L.*) leaves, Pot Marigold (*Calendula officinalis L.*) flowers, the herbs of Water Pepper (*Polygonum*

hydropiper L.) and Shepherd's Purse (Capsella bursa-pastoris L.). The primary research focus is on flavonoids, whose quantitative determination was performed by HPLC. During the validation process, parameters such as specificity, repeatability, accuracy, linearity, range of application, and stability were examined. The repeatability of the method was confirmed by a series of eight consecutive measurements, where the relative standard deviation was 0.96545%. Accuracy analysis demonstrated deviations within $\pm 1\%$ from theoretical values. The linearity of the method was confirmed by a high correlation coefficient (0.99). The results confirm the suitability of the proposed method for the quantitative analysis of flavonoids in the "Ekstradent" liquid extract.

Keywords: "Ekstradent" liquid extract, validation, flavonoids, high performance liquid chromatography (HPLC).

Введение. Различные заболевания полости рта приводят к серьезным проблемам, развитию других заболеваний внутренних органов человека.

В 2021 году ВОЗ на своей 74 – сессии Всемирная ассамблея здравоохранения приняла резолцию «О гигиене полости рта». В резолюции содержится рекомендация перейти от традиционного подхода, ориентированного на лечение патологий, к профилактическому подходу, направленному на содействие охране здоровья полости рта. Оказывать своевременной, комплексной и всесторонней помощи [1,3]. В большинстве случаев для профилактики заболеваний полости рта используются растительные средства, обладающие противовоспалительным и кровоостанавливающим действием. При этом особое внимание уделяется подбору состава высокоэффективных фитокомпозиций [2]. Учитывая вышеизложенное, получен жидкий экстракт «Экстрадент» из листьев крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), цветков ноготков лекарственных (*Calendula officinalis* L.), травы горца перечного (*Polygonum hydropiper* L.) и пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris* L.). Эти растения с древних времён широко используется в народной медицине как кровоостанавливающие средства. В составе перечисленных лекарственных растений содержатся биологические активные вещества такие как, флавоноиды, дубильные вещества, каротиноиды, макро- и микроэлементы и др. Дубильные вещества растений денатурируют клеточные белки, образуя альбуминовую плёнку – защитный барьер, оказывающий бактерицидное или бактериостатическое действие на микроорганизмы. Для получения качественного фитопрепарата особое внимание уделяют на определение в них биологически активных веществ, идентификации, стандартизации и валидации основных действующих веществ с использованием современных методов. Разработана методика количественного анализа флавоноидов, одним из основных действующих веществ жидкого экстракта «Экстрадент» методом ВЭЖХ [4-5]. Целью исследования является валидация метода количественного анализа жидкого экстракта «Экстрадент».

Материалы и методы. Для качественного и количественного анализа флавоноидов проводили на хроматографе фирмы Agilent Technologies "Series 1200". Выбраны следующие условия хроматографирования: хроматограф снабженный УФ детектором, длина волны спектрофотометрического детектора – 370 нм, колонка заполненная сорбентом Zorbax Eclipse XDB C18, 150 x 3,0 мм, размер частиц 3,5 мкм. В качестве подвижной фазы использованы: подвижная фаза (А) – 0,05 моль/л аммонийно-ацетатный буферный раствор и подвижная фаза (Б) – ацетонитрил для ВЭЖХ, скорость потока подвижной фазы – 1,0 мл/мин, температура колонки – 40°C, объем пробы – 20 мкл, время анализа – 20 мин, концентрация определяемого вещества (в подвижной фазе) – 0,1 мг/мл.

Валидацию проводили по показателям: специфичность, воспроизводимость, точность, линейность, область применения и стабильность метода.

Для изучения воспроизводимости метода было проведено 8 последовательных анализов с исследуемым раствором. Также было изучено статистическое описание результатов анализа и рассчитано относительное стандартное отклонение.

Полученные данные указывают что, относительное стандартное отклонение составило 0.96545% .

Для изучения точности метода были приготовлены растворы с концентрацией флавоноидов 75%, 100% и 125% по отношению содержания флавоноидов в препарате. Каждый из растворов анализировали трижды. Найденные количества БАВ сравнивались с теоретическими значениями, рассчитанными на основе практически полученной навески образца. Полученные результаты отличались от теоретических значений на $\pm 1\%$.

Для изучения линейности были приготовлены стандартные растворы рутина, робинина и кверцетина в концентрациях 50%, 75%, 100%, 150%, 200% относительно количества флавоноидов в препарате. Каждым раствором проводили количественный анализ. На основании полученных результатов были построены калибровочные графики. При этом рассчитанный коэффициент корреляции составил 0,99. В рисунках 1-3 представлены калибровочные графики количественного определения рутина, робинина и кверцетина.

Для изучения области применения были проанализированы результаты прецизионного исследования. Для этого были приготовлены 75% и 125% стандартные растворы кверцетина в зависимости от количества флавоноидов в препарате.

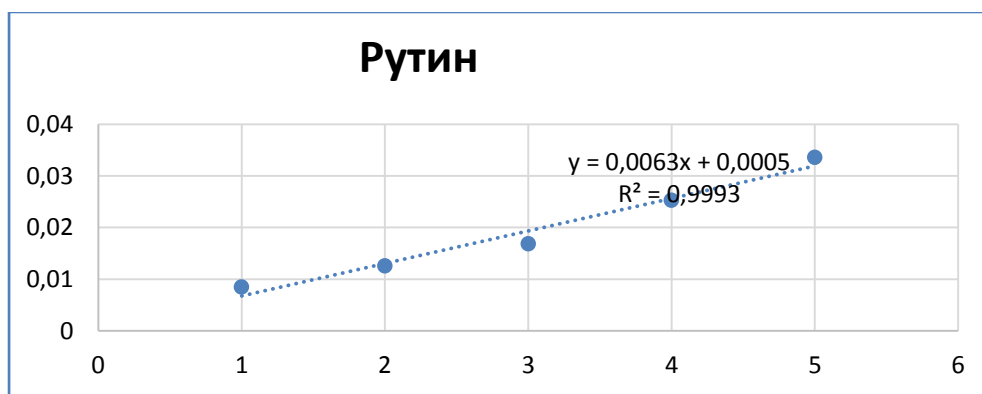


Рис. 1. Калибровочный график Рутин.

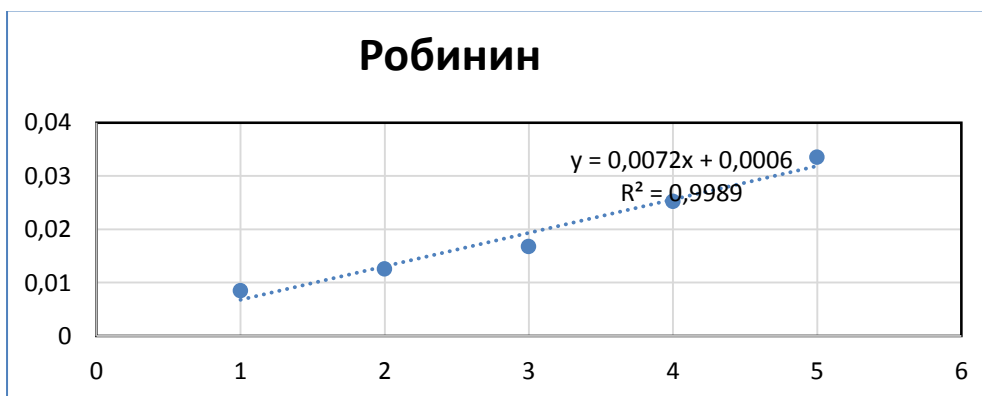


Рис. 2. Калибровочный график Робинина.

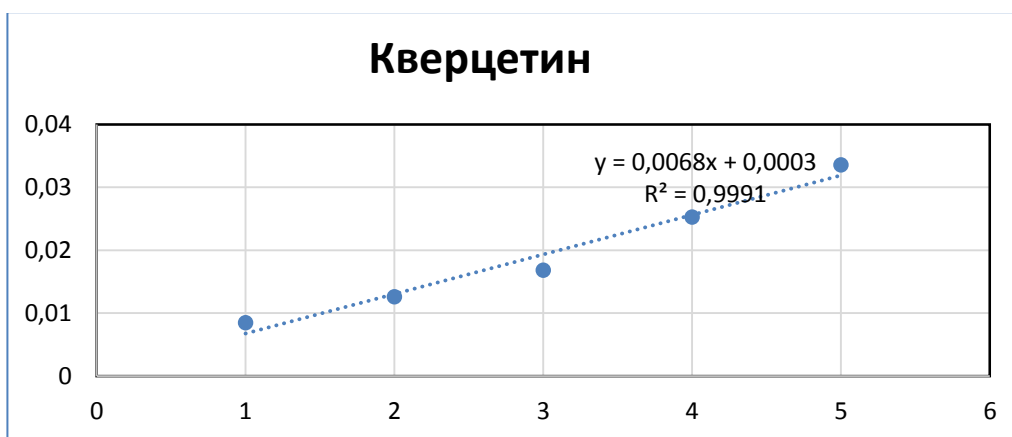


Рис. 3. Калибровочный график Кверцетина

Каждый из них анализировали трижды. Полученные результаты сравнивали с теоретическими значениями, рассчитанными на основе массы образца, приготовленного на практике. Полученные результаты отличались от теоретических значений на $\pm 1\%$.

При исследовании стабильности метода анализ проводили на длинах волн 369 и 371 нм, изменяя длину волны в процессе анализа на ± 1 нм. Существенных отклонений в результатах анализов не наблюдалось, и была определена стабильность метода относительно изменения длины волны в пределах ± 1 нм.

Результаты: таким образом, входе валидации методики ВЭЖХ определения суммы «Флавоноидов» в жидком экстракте «Экстрагент» подтверждены оценочные показатели по 6 видам валидационных показателей.

Результаты валидации анализа:

- Специфичность метода – подтверждена
- Повторяемость метода – RSD = 0,93463%
- Точность метода – RSD (не более) $\pm 1\%$
- Линейность метода – корреляция – 0,99%
- Область применения метода: $\pm 1\%$
- Стабильность метода: ± 1 нм

Это, в свою очередь, свидетельствует о том, что количество флавоноидов в жидком экстракте «Экстрагент» может быть определено данным методом ВЭЖХ и что этот метод был валидирован.

Заключение: Необходимо отметить что, в 2024 году по итогам первого в истории всемирного совещания ВОЗ по вопросам здоровья полости рта, состоявшегося 26–29 ноября в Бангкоке, Таиланд, была принята Бангкокская декларация «Нет здоровья без здоровья полости рта». Учитывая актуальность этого направления, для профилактики заболеваний полости рта получен жидкий экстракт «Экстрагент» на основе местного растительного сырья. Разработана методика количественного определения флавоноидов этого фитопрепарата методом ВЭЖХ. Проведена валидация методики ВЭЖХ по определению суммы флавоноидов в жидком экстракте «Экстрагент», в результате которой разработанная методика признана пригодной и валидной по 6 показателям: специфичность, воспроизводимость, точность, линейность, область применения и стабильность метода.

Литература:

1. ВОЗ. - информация. – 2025.
<https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
2. Афанасьева П.В., Куркин В. А., Куркина А.В.. Оптимизация подходов к стандартизации фитопрепаратов на основе календулы лекарственной / Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.17, №5(3), 2015. С.930-934.

3. Складская Н.В., Пахомова Л.А. Определение флавоноидов в траве пастушьей сумки: разработка методики и ее валидация - Фармация 2017.-Т.-66.-№4.-С. 20-24.

4. Salari N, Darvishi N, Heydari M, Bokaee S, Darvishi F, Mohammadi M. Global prevalence of cleft palate, cleft lip and cleft palate and lip: A comprehensive systematic review and meta-analysis. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2021; S2468-7855(21)00118X. doi: 10.1016/j.jormas.2021.05.008.

5. Юлдашева Ш.С., Юнусходжаева Н.А., Юнусходжиева Н.Э. Определение биологически активных веществ в жидком экстракте «Экстрагент». Фармацевтический журнал №1, том 32, 2023, стр. 54-61.

.....

БАХШИ 4 – ФАРМАКОЛОГИЯ ВА ХИМИЯИ РАСТАНИҲОИ ДОРУҒИ
СЕКЦИЯ 4 – ФАРМАКОЛОГИЯ И ХИМИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

**ФАРМАКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШАЛФЕЯ
МУСКАТНОГО ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН (SALVIA SCLAREA L.)**

**РАХИМОВ И.Ф., НАЗАРОВА З.Дж. НАРЗУЛЛОЕВА Ш.Б.,
САЛИМОВА С.Ш.**

*Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ, г. Душанбе, Республика
Таджикистан*

Аннотация: Установлены противовоспалительные свойства шалфея мускатного на экссудативную и пролиферативную фазы воспаления на животных. Внутривентрикулярное введение шалфея мускатного в дозах 200 и 300 мг/кг массы тела, оказывает достоверное антифлогистическое действие на обеих моделях (субплантарное введение формалина 0,1 мл 2% раствора и «ватные шарики» 10 мг подкожно) воспалительной реакции.

Ключевые слова: шалфей мускатный, экссудация, пролиферация, модели воспаления, противовоспалительная активность.

Введение

В настоящее время разные виды шалфея вошли в культуру и активно культивируются с целью создания промышленного сырья. На примере рода Сальвия (Salvia Lamiaceae) – крупный вид многолетних травянистых растений и кустарников семейства яснотковые (Lamiaceae L.) - можно проследить процесс ввода этого растения в культуру. Некоторые виды этого растения вошли в культуру как лекарственные: шалфей мускатный (Salvia sclarea L.), шалфей лекарственный (Salvia officinalis L.), шалфей эфиопский (Salvia aethiopis L.) [1].

Результаты изучения посевных качеств семян шалфея мускатного в культуре в Республике Таджикистан приведены в работах наших учёных [8, 9]. Число препаратов на базе растений рода Salvia в настоящее время растёт, а в перспективе на основе культивируемых растений можно получать новые фитопрепараты.

Различные лекарственные формы и некоторые препараты, созданные на основе шалфея лекарственного, нашли применение в традиционной и нетрадиционной медицине, в основном, как вещества с бактерицидным, противовоспалительным и успокаивающим действиями. [1, 2]. Очень широко используется шалфей в народной медицине: особенно часто настой из надземной части шалфея мускатного используется в качестве противовоспалительного средства для лечения заболеваний полости рта, мочеполовой системы, различных форм язв [3, 4].

Многочисленные экспериментальные исследования на различных видах животных доказывают фармакологическую активность шалфея мускатного. Установлено, что шалфей мускатный обладает противомикробным, противогрибковым и противовирусным действиями, а также антиоксидантной активностью [5]. Противовоспалительный эффект шалфея, по данным некоторых авторов, обусловлен его эфирными маслами и водорастворимыми полисахаридными комплексами.

Целью настоящей работы являлось определение противовоспалительной активности шалфея мускатного, произрастающего в Республике Таджикистан.

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования служил сухой экстракт дикорастущего вида шалфея мускатного (Salvia sclarea L.), собранного на территории Варзобского

ущелья в период массового цветения летом 2021 года. Сухой экстракт получили по общепринятым методикам.

Противовоспалительное действие шалфея мускатного изучали на 60-ти белых беспородных крысах обоего пола, со средней массой тела 210 ± 10 г.

Лекарственные препараты и контрольные вещества вводили внутривентриально, согласно требованиям и нормам, установленным для лабораторных животных. При проведении экспериментов на животных руководствовались основными требованиями и методами, установленными для проведения фармакологических опытов на лабораторных животных [6].

Ватный шарик имплантировали под кожу спины белых крыс в асептических условиях под барбитуровым наркозом. Тупым способом отпрепарировали отсоединили кожу от подкожной ткани и в образовавшуюся полость в подкожной клетчатке помещали стерильный ватный шарик массой 10 мг. Рану зашивали 2-3 швами, обрабатывали после наложения швов антисептиками.

Животным в течение семи дней вводили внутривентриальное растворённый в воде сухой экстракт шалфея мускатного в дозах 100 мг/кг массы (2-я серия), 200 мг/кг массы (3-я серия) и в дозе 300 мг/кг массы (4-я серия). Контрольным животным вводили аналогичный объём дистиллированной воды. По истечении семи дней извлекали имплантированный ватный шарик со сформировавшейся вокруг него грануляционной тканью, высушивали до постоянной массы в термостате при температуре 600°C . Вычисляли разницу в массах между образовавшейся грануляционной тканью и имплантированным ватным шариком на торсионных весах.

Антиэкссудативные свойства шалфея мускатного изучали на модели острого воспалительного отёка, вызванного введением субплантарно 0,1 мл 2% раствора формалина белым крысам. Противовоспалительное действие шалфея мускатного (антиэкссудативные и антипролиферативные свойства) изучали на моделях формалинового воспаления лапок методом подкожного введения ватных шариков общей массой 10 мг согласно требованиям и методам по изучению противовоспалительных свойств веществ. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью статистического пакета программы Statistica10 с применением t-критерия Стьюдента. Результаты представлены как среднее значение $\pm$ стандартная ошибка среднего. Различия по отношению с контролем считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение.

Результаты эксперимента по изучению противовоспалительного действия шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) на двух фазах воспалительного процесса (экссудативной и пролиферативной) показали, что данное растение обладает противовоспалительным эффектом. Используемый нами в экспериментах шалфей мускатный, собранный на территории республики, оказывает активное противовоспалительное действие.

На воспалительный отёк лапок у белых крыс шалфей мускатный в дозе 100 мг/кг массы не оказывает достоверное противовоспалительное действие, хотя наблюдается тенденция к уменьшению отёка лапок (табл.1). Достоверное противовоспалительное действие шалфея мускатного проявляется в дозах 200 и 300 мг/кг массы тела. В дозе 200 мг/кг массы тела шалфей мускатный вызывает уменьшение воспалительного отёка на 18-34% ($p < 0,05$), а в дозе 300 мг/кг массы тела – на 15-45% ($p < 0,05$). Противовоспалительное действие наиболее ярко проявляется на пике нарастания воспаления, то есть, в промежутке от 6-часового до 48-часового периода наблюдения (табл.1). Меньше всего отмечается проявление противовоспалительного действия в начале и в конце эксперимента.

Таблица 1- Влияние шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) на экссудативную фазу воспаления у белых крыс в моделях формалинового отёка.

Серия опытов и дозы	Число животных в группе	Прирост объёма, %	Прирост объёма отёчной конечности (в %) к исходному после введения формалина (ч)					
			3	6	24	48	72	96
Контроль	6	Прирост объёма отёчной лапки, %	32,8±4,5	68,3±6,8	72,5±6,9	58,3±5,9	28,5±2,5	22,2±3,1
Шалфей мускатный 100 мг/кг + формалин 0,1 мл 2%	6	Прирост объёма отёчной лапки, %	33,5±3,9	52,6±4,5	59,5±6,1	52,3±4,9	22,1±3,2	18,2±2,8
		Степень угнетения отёка лапки, %	2	23	18	10	22	18
Шалфей мускатный 200 мг/кг + Формалин 0,1 мл 2%	6	Прирост объёма отёчной лапки, %	26,4±2,9	45,3±3,2*	49,5±5,2*	44,3±3,9	23,2±2,9	18,1±1,9
		Степень угнетения отёка лапки, %	20	34	32	24	19	18
Шалфей мускатный 300 мг/кг + формалин 0,1 мл 2%	6	Прирост объёма отёчной лапки, %	27,8±2,8	37,8±4,1*	39,9±3,2*	33,5±2,9*	22,7±2,5	16,7±1,9
		Степень угнетения отёка лапки, %	15	45	45	43	20	25
Диклофенак 10 мг/кг + формалин 0,1 мл 2% раствор	6	Прирост объёма отёчной лапки, %	21,2±2,1*	28,4±2,9*	35,5±2,8*	29,9±2,5*	16,8±1,9*	12,3±1,7*
		Степень угнетения отёка лапки, %	35	58	51	49	41	36

Примечание. *Различия достоверны при $p < 0,05$ по отношению к контролю.

В работе Зацепиной Е.Е. при изучении и сравнительном анализе противовоспалительного действия нескольких видов шалфея (*Salvia officinalis* – шалфей лекарственный; *Salvia sclarea* – шалфей мускатный; *Salvia coccinea* – шалфей ярко-красный; *Salvia tesquicola* – шалфей сухостепной; *Salvia viridis* (*Salvia horminum*) – шалфей зелёный; *Salvia splendens* – шалфей блестящий; *Salvia fruticose* – шалфей кустарниковый) в экспериментах на животных доказано, что все виды данного растения проявляют антифлогистический эффект на пролиферативный и экссудативный компоненты воспалительного процесса.

На основании полученных данных автор пришли к заключению о высокой значимости и перспективности дальнейшего изучения растительных

объектов рода *Salviae* с фармакологической точки зрения. Изучена противовоспалительная активность настоя травы шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) методом фетровой гранулёмы.

По результатам других авторов, при изучении противовоспалительной активности шалфея мускатного, было обнаружено, что настой шалфея мускатного достоверно уменьшает фазу экссудации на 20,5% и фазу пролиферации - на 37,6%.

Таблица 2- Влияние шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) на пролиферативную фазу воспаления у белых крыс.

Серия опытов и дозы	Число животных в группе	Масса, мг, и степень уменьшения массы, %	Имплантант				Степень угнетения образования гранулём, %
			Влажная масса, мг	Сухая масса, мг	Разность массы влажной и сухой гранулёмы, мг (влияние на экссудативный процесс)	Разность массы сухой гранулёмы и исходной массы, мг (влияние на пролиферацию)	
Контроль (ватный шарик 10 мг)	6	Масса, мг	325,15±13,5	85,2±7,3	239,95±8,5	75,29±6,9	
Шалфей мускатный 100 мг/кг + ватный шарик 10 мг	6	Масса, мг	280,25±12,5*	78,23±7,1	205,02±6,9*	68,23±5,9	8,18
		Степень уменьшения массы, %	14	8	16	9	
Шалфей мускатный 200 мг/кг + ватный шарик 10 мг	6	Масса, мг	259,52±10,5*	54,25±12,5	195,25±11,9*	44,25±3,9*	36,33
		Степень уменьшения массы, %	20	36	14	41	
Шалфей мускатный 300 мг/кг + ватный шарик 10 мг	6	Масса, мг	252,87±10,9*	51,34±5,8*	185,56±12,3*	41,32±4,1*	39,79
		Степень уменьшения массы, %	22	40	16	45	
Диклофенак	6	Масса, мг	135,34±8,8*	35,48±2,9*	99,62±7,7*	25,48±2,9*	58,45

10 мг/кг + ватный шарик 10 мг		Степень уменьшения массы, %	58	58	58	66	
---	--	--------------------------------------	----	----	----	----	--

Примечание. * Различия достоверны при $p < 0,05$ по отношению к контролю.

Пролиферативный процесс воспалительной реакции также подвергается активному влиянию под действием шалфея мускатного. В этом эксперименте под действием шалфея мускатного наблюдается сильное торможение воспалительной реакции с уменьшением воспаления на все сроки наблюдения под действием препарата в дозах 200 и 300 мг/кг массы тела животных (табл.2). Слабее проявляется противовоспалительное действие под действием препарата в дозе 100 мг/кг массы, хотя тоже на определённых параметрах воспалительной реакции наблюдается достоверное действие. Степень угнетения образования гранул под действием сухого экстракта шалфея мускатного в дозах 100, 200 и 300 мг/кг массы тела составляет 8,2%, 36,3% и 39,8% соответственно. Как видно из приведённых данных, экстракт в дозе 100 мг/кг массы тела оказывает слабое действие, а в дозах 200 и 300 мг/кг массы оказывает достоверное и сопоставимое с препаратом сравнения, действие.

Закключение.

Полученный из шалфея мускатного сухой экстракт при внутрижелудочном введении оказывает выраженное и достоверное противовоспалительное действие. Результаты исследования показывают, что сухой экстракт шалфея мускатного наиболее сильное действие оказывает в дозах 200 и 300 мг/кг массы тела и слабее действует в дозе 100 мг/кг массы тела. Противовоспалительное действие экстракта сухого шалфея мускатного в дозах 200 и 300 мг/кг массы равноценны и сопоставимы с препаратом сравнения. Противовоспалительный эффект шалфея мускатного обуславливается различными химическими компонентами его сложного состава.

Таким образом, сухой экстракт шалфея мускатного, обладая противовоспалительным действием, влияет на течение экссудативной и пролиферативной стадий воспалительного процесса и может быть рекомендован для дальнейшего, более углублённого, исследования.

Литература

1. Аминова М.З. «Антибактериальные и противовоспалительные свойства лекарственного растения шалфей», «Биология и интегративная медицина», №10. С.41-54. 2018 г.
2. Анищенко Л.В. «Травник. Большая энциклопедия лекарственных растений». - М. – Изд-во «АСТ», 2024. – 206 стр.
3. Валягина-Милютин Е. «Уникальный травник. Фитотерапия». – СПб, - Изд-во «Крылов», 2023. – 274 стр.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации, XIII издание. М.: 2015; М.ФС.2.5.0051.15. Salviae officinalis folia. Взамен ГФ XI, вып. 2, - С. 254.
5. Зацепина Е.Е. «Сравнительный анализ противовоспалительной активности некоторых видов шалфея в эксперименте». //Е.Е. Зацепина //Международный научно-исследовательский журнал, 2023, №2 (128). стр. 11-18.
6. Рыбакова А.В., Макарова М.Н., Кухаренко А.Е., Вичаре А.С., Ф.-Р. Рюффер «Существующие требования и подходы к дозированию лекарственных средств лабораторных животных»//Ведомости научного центра экспертизы средств медицинского применения, 2018 г., т. 8, №4, с. 207-216.

ТАДҚИҚОТИ ФАРМАКО-БИОЛОГИИ МАРМАРАК ДАР ХУДУДИ ЧУМХУРИИ ТОҶИКИСТОН РҶЁНИДАШУДА. (SALVIA SCLAREA L.)

РАХИМОВ.И.Ф., НАЗАРОВА.З.Дж., НАРЗУЛЛОЕВА.Ш.Б., САЛИМОВА.С.Ш.

Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИТ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Тафсир: Хусусиятҳои зидди илтиҳоби шалфей дар марҳилаҳои экссудативӣ ва пролиферативии илтиҳоб дар ҳайвонот муайян карда шудаанд. Ба дохили меъда ворид кардани шалфей клерӣ дар вояи 200 ва 300 мг/кг вазни бадан ба ҳарду модели реаксияи илтиҳобӣ (додани формалин 0,1 мл маҳлули 2% ва «курчаҳои пахта» 10 мг ба зерӣ нӯст) таъсири боэътимоди зидди флогистӣ дорад.

Калимаҳои асосӣ: мармарак, экссудатсия, пролифератсия, моделҳои илтиҳоб, ҳосиятҳои зиддиилтиҳобӣ.

PHARMACOBIOLOGICAL STUDY OF CLARY SAGE GROWING IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN (SALVIA SCLAREA L.)

Rahimov I.F., Nazarova Z.D., Narzulloeva Sh.B., Salimova S.Sh.
*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe,
Republic of Tajikistan*

Abstract: Anti-inflammatory properties of clary sage on the exudative and proliferative phases of inflammation in animals have been established. Intragastric administration of clary sage in doses of 200 and 300 mg/kg of body weight has a reliable antiphlogistic effect on both models (subplantar administration of formalin 0.1 ml of 2% solution and "cotton balls" 10 mg subcutaneously) of the inflammatory reaction.

Key words: clary sage, exudation, proliferation, inflammation models, anti-inflammatory activity.

РАЗРАБОТКА И ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ БАД К ПИЩЕ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ БОЛЕЗНЕЙ ПЕЧЕНИ

Л.Т. Пулатова, О.А. Камалов

*Университет Альфраганус, СП «Luqmoni Hakim stimul», г. Ташкент,
Республика Узбекистан, l.pulatova@afu.uz*

Аннотация. В работе представлены результаты разработки рецептурного состава БАД к пище «Вита-Ком 5». Определены клинические показатели переносимости, безопасности и эффективности применения БАД к пище для печени при комплексной терапии у пациентов с токсическим гепатитом и хроническим холециститом.

Ключевые слова: биологически активные добавки, функциональная направленность, лекарственные растения, профилактика заболеваний, рецептурный состав, адаптогенная активность.

DEVELOPMENT AND STUDY OF THE POSSIBILITY OF MEDICAL USE OF DIETARY SUPPLEMENTS BASED ON PLANT-BASED RAW MATERIALS FOR THE PREVENTION OF LIVER DISEASES

L.T. Pulatova, O.A. Kamalov

*Alfraganus University, Joint Venture "Luqmoni Hakim stimul", Tashkent, Republic
of Uzbekistan*

Abstract. The paper presents the results of the development of the recipe composition of the dietary supplement «Vita-Com 5». Clinical indicators of tolerability, safety and efficacy of using dietary supplements for the liver in complex therapy in patients with toxic hepatitis and chronic cholecystitis were determined.

Keywords: biological active additives, functional orientation, medicinal plants, disease prevention, prescription composition, adaptogenic activity.

В последние годы, в пищевой, фармацевтической, а также медицинской областях, находят широкое применение биологически активные добавки растительного происхождения (БАД), безопасность и эффективность которых подтверждена опытом народной медицины. Несмотря на достижения химии и технологии, натуральные препараты достаточно актуальны, т.к. характеризуются мягким и плавным воздействием на организм, отсутствием неблагоприятных побочных действий при длительном их применении. Следует отметить, что изучение природных источников биологически активных веществ (БАВ) и

разработка на их основе эффективных средств, направленных на поддержание психоэмоционального состояния человека, а также повышение умственной и физической работоспособности, понижение чувствительности к инфекциям. Кроме того, рассмотрение различных аспектов теории и практики создания БАД, свидетельствует об их значимости для лечения и профилактики ряда серьёзных заболеваний. [1-5, 7]

Нельзя не отметить тот факт, что разработка БАД, прежде всего предусматривает изучение БАВ природных объектов в отношении адаптогенной активности, применения в качестве иммуномодуляторов, тонизирующих и общеукрепляющих средств. Исследования ряда учёных подтверждают наличие у растительных адаптогенов проявления иммуномодулирующих, хронотропных, противобластомных и кардиопротективных лечебных свойств. В работах показано, что антистрессорные возможности растительных адаптогенов могут проявляться вне зависимости от фазы проявления стрессорной реакции, т.к. в фазу тревоги они приводят к ограничению повышенного иммунного ответа, а в фазу истощения, напротив, к его мобилизации. [6, 8-9]

Сырьё природного происхождения содержит широкий спектр БАВ, проявляющих различные виды биологической активности. В связи с этим, диапазон применения БАД с использованием лекарственных растений, подтверждает обоснованность и необходимость их практического применения для коррекции, профилактики и лечения заболеваний, в том числе для профилактики болезней печени.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были выбраны сухие экстракты из различных частей, разрешённых к применению лекарственных растений, взятых в определённых количественных соотношениях. Проведено изучение эффективности использования БАД к пище фиточай «Вита-Ком 5», предназначенного в качестве дополнительного компонента к диете для профилактики болезней печени.

Рецептурный состав оптимально подобранного соотношения компонентов в (100 гр), включал: расторопша-10 гр, трава крапивы 10 гр, листья одуванчика-5 гр, корень девясила-10 гр, цветки бессмертника песчаного-10 гр, пижма-10 гр, корень хрена-10 гр, листья и цветки верблюжей колючки-5 гр, листья мяты перечной-12 гр, хвощ полевой 10 гр, плоды можжевельника-5 гр, кукурузные рыльца-5 гр, щавель конский-5 гр. Фиточай «Вита-Ком 5» состоит из смеси частиц трав, цветков, корней, плодов и листьев растений. Измельчённая смесь неоднородных частиц, кусочков различных размеров от 0,25 до 3,0 мм (сито №50, ГОСТ 214-83). Аромат нежный, приятный, цвет желтовато-зелёный, вкус горьковато-пряный. Упаковка: масса сбора упакована в бумажные мешочки или полиэтиленовые пакетики от 20 до 100 гр, или пакетики для разовой заварки массой от 2,0 до 5,0 гр.

Результаты исследования и их обсуждение. Научное обоснование использования компонентов в составе БАД к пище фиточай «Вита-Ком 5» в качестве источников биологически активных веществ подтверждается расчётными данными, полученными по ориентировочному их поступлению в суточном рационе пациентов с токсическим гепатитом и хроническим холециститом. В исследуемой проблематике, подбор компонентов БАД выполняли с учётом данных литературных источников о химическом составе и фармакологическом действии на организм человека содержащихся в них БАВ [7].

Расторопша – признанный гепатопротектор, улучшающий антиоксидантную и детоксикационную функции печени, активирует синтез глутатиона, являющийся источником антиоксидантов, а также ускоряющий регенерацию повреждённых клеток печени. Обеспечивает защиту нормальных гепатоцитов от повреждения, повышая тем самым, устойчивость к инфекционным агентам и токсинам. Обеспечивает защитное и восстанавливающее действие на мембраны клеток, активирующие рост новых клеток и синтез белковых молекул, увеличивающие

выработку желчи и нейтрализующие действие ядовитых веществ. Оказывает положительное влияние на кровь и иммунную систему, снижает уровень сахара, холестерина и количество липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) в кровотоке, а также увеличивает синтез Т-лимфоцитов [4, 7].

Необходимо отметить, что хронические гепатиты представляют собой серьёзную проблему для человечества. Распространённость гепатита А, являющегося основной причиной гепатита, существенно увеличилось в результате различных химических лекарственных препаратов, алкоголя и воздействия токсико-химических веществ. Вирус гепатита А относится к числу распространённых инфекций пищевого происхождения и в мире ежегодно регистрируется около 1,5 млн случаев этого заболевания. При токсическом гепатите, применение растительных лекарственных средств, предлагает новые возможности для лечения людей, страдающих гепатитом различных групп.

В связи с этим, в наших исследованиях мы проводили оценку переносимости БАД к пище фиточай «Вита-Комс 5», эффективности её использования в отношении пациентов с хроническим гепатитом и хроническим холециститом, определение показателей суммарного действия на ЖКТ, в том числе установление характера и частоты встречаемых побочных реакций. Комплексное обследование включало сбор жалоб и анамнеза, исследование клинического и биохимического анализа крови, составление динамики изменения жалоб при лечении с использованием фиточай «Витакомплекс 5». Приём БАД к пище фиточай «Витакомплекс 5» для печени – по половине стакана в тёплом виде 3-4 раза в день за 30 минут до еды в течение 20 дней, способствует исчезновению синдрома в брюшной полости, вздутия живота, диспепсических проявлений. Препарат способствует купированию цитолитического, холестатического, воспалительного синдромов, улучшению белково-синтетической функции печени. Оценка переносимости БАД к пище фиточай «Витакомплекс 5» свидетельствовала о хорошей переносимости БАД к пище в течение 20-дневного периода исследований, появление побочных эффектов не было отмечено.

Заключение. В результате комплекса проведённых исследований разработан рецептурный состав БАД к пище фиточай «Вита-Ком 5» для профилактики и восстановления функциональной деятельности организма.

Биологически активные добавки благотворно воздействуют не на орган или систему, а на весь организм, являются как этиологическими, устраняющими причины болезней, так и патогенетическими, оказывающие влияние на причинно – следственные связи в развитии заболевания. Особенно ценны с помощью биологически активных добавок профилактика рецидивов и предотвращение перехода болезни в хроническую форму, так как отсутствие побочных эффектов, токсичности и физиологичность этих добавок дают возможность применять их длительное время. Проведённые исследования, показали, что БАД к пище фиточай «Витакомплекс 5» обладает требуемой эффективностью, безопасностью, хорошей переносимостью, а также улучшает функциональную активность печени у пациентов с заболеваниями печени и желчевыводящих путей.

Список литературы.

1. RKh, Kutlimurotova, and L. T. Pulatova. Study of the amino acid composition of *Asarum europaeum* L plants growing in Uzbekistan. *Universum // Chemistry and Biology* 86, no. 8 (2021): 27-30.
2. Кутлимуротова, Р. Х., and Пулатова Л.Т. "Исследование в составе экстрактах листья Копытень Европейский (*Asarum Europaeum* l.) // *Editor coordinator*. 468 (2021).
3. Farmanova N.T., Pulatova L.T. Chemical Composition of The Urology Collection // *Химия растительного сырья* 1 (2021): 227-232.
4. Пулатова Л.Т., Камалов О.А. Перспективы использования БАД для коррекции вторичных иммунодефицитов // VII Межд.научно-практ.конф. «Формирование и перспективы развития научной школы фармации: преемственность поколений», (4-5 июня 2025г.), Алматы. 2025. С.47-50.
5. Пулатова Л.Т., Фарманова Н.Т., Умарова Г.А. Разработка комплексного растительного сбора для лечения заболеваний полости рта // Материалы XXV Межд.съезда «Фитофарм 2024» (7-9 октября 2024 г.). СПб. С. 101-103.

соотношении сырье: экстрагент 1:100. Экстрагентом проводили в три стадии по 30 минут каждая при комнатной температуре. Объединенные извлечения фильтровали и довели объем до 100 мл 70% этанолом. Затем 2 мл из полученного раствора переносили в колбу ёмкостью 25 мл, довели объем до 25 мл этиловым спиртом (95%) и тщательно перемешивали. Оптическую плотность исследуемых образцов сравнивали с оптической плотностью этилового спирта (95%). Ультрафиолетовые (УФ) спектры поглощения исследуемых образцов регистрировали на спектрофотометре СФ-2000 (Россия) в диапазоне длин волн 200–1000 нм. Измерения проводили в кварцевых кюветах с толщиной поглощающего слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения использовали 95% этиловый спирт.

В спектрах поглощения были зафиксированы характерные максимумы при следующих длинах волн, для корней: 231 нм — соответствует электронным переходам в ароматических системах (для корней); 215 нм — который в ароматических и фенольных структурах, 280 нм — характерным для флавоноидов и фенольных соединений (для стеблей);

Инфракрасные (ИК) спектры образцов регистрировали с использованием ИК-спектрофотометра в диапазоне 900–4000 см⁻¹. Подготовка образцов осуществлялась методом прессования с бромидом калия (KBr) в соотношении 1:100. Полученные спектры анализировались для идентификации функциональных групп, характерных для флавоноидов, фенолкарбоновых кислот и других биологически активных соединений, присутствующих в листьях крапивы двудомной.

Результаты и обсуждения.

Спектр экстракта на 96% этаноле отличается: Наличием минимального поглощения в области 231–267 нм, что указывает на существенно меньшее содержание экстрагированных соединений при использовании высококонцентрированного спирта. Формированием плато в области 300–400 нм, что может свидетельствовать о наличии менее полярных соединений или продуктов деградации. Сравнительный анализ показывает, что при использовании воды в качестве растворителя извлекаются преимущественно полярные соединения (фенольные кислоты, полисахариды, гликозиды), тогда как использование 96% этанола приводит к значительно меньшему выходу компонентов, что обусловлено низкой растворимостью многих водорастворимых веществ в спиртах высокой концентрации.

Выводы.

Таким образом, водный экстракт корней крапивы демонстрирует значительно более высокую спектральную активность в ультрафиолетовой области, что свидетельствует о целесообразности применения водных растворов при получении экстрактов, богатых биологически активными веществами.

Отсутствие заметного поглощения в области длин волн свыше 400 нм, что указывает на малое количество окрашенных соединений, таких как хлорофиллы. После обработки экстракта хлоридом алюминия наблюдались следующие изменения: Усиление поглощения в области 280–315 нм, что свидетельствует о комплексообразовании флавоноидов с ионами алюминия. Незначительное увеличение оптической плотности в области максимума при 215 нм. Смещение пика при 280 нм в сторону увеличения интенсивности, подтверждает образование алюминиевых комплексов с флавонолами и флавонами. Эти изменения в спектре типичны для реакции флавоноидов, содержащих гидроксильные группы в положении 3, 5 или 4', с солями трёхвалентных металлов, что используется для качественной идентификации флавоноидных соединений.

Проведённое исследование спектральных характеристик позволяет сделать вывод о высоком содержании фенольных соединений флавоноидной природы в крапиве двудомной, произрастающей на территории Республики Таджикистан.

Известно, что ИК-спектроскопия позволяет анализировать качественный химический состав различных частей крапивы (*Urtica dioica*) путем изучения

характеристических колебаний функциональных групп молекул. По результатам ИК-спектроскопического анализа крапивы можно судить о содержании основных классов соединений в различных частях данного растения. Так они показывают наличие различных функциональных групп, характерных для основных химических соединений в составе растения.

В этаноле большей растворимостью обладают вещества с выраженной полярностью, в том числе, некоторые сахара и органические кислоты. Об этом свидетельствуют очень интенсивные сигналы в пределах $1000\text{--}1150\text{ см}^{-1}$. Состав экстрактов из листьев доля фенолов, белков и пигментов выше по сравнению чем, к примеру, в стеблях.

Сравнение ИК-спектров спиртовых вытяжек стеблей крапивы с использованием 20%-ного и 70%-ного растворов показало следующее:

В этой части можно встретить большое содержание целлюлозы и кремниевых соединений, о котором свидетельствуют выраженные полосы в $900\text{--}1200\text{ см}^{-1}$.

В экстрактах стеблей крапивы также наблюдается сигналы от колебаний карбонильных групп ($\text{C}=\text{O}$) в областях 1650 см^{-1} , свидетельствующие о наличии белков, полоса средней интенсивности в составе 70%-ного экстракта наблюдается в области 1670 см^{-1} от амидной группа белков. Сигналы в данной области не наблюдаются в ИК-спектрах 20%-ного спиртового экстракта стеблей крапивы.

Интенсивные сигналы в области $1000\text{--}1150\text{ см}^{-1}$ в составе экстрактов из стеблей с использованием обеих концентраций по содержанию выгодно отличается от концентратов из других частей. В них более заметны структурные компоненты клеточной стенки и лигнин.

Корневая часть крапивы богата фитостеролами, лигнанами, фенольными соединениями, которые могут оказывать лечебное влияние на уровень тестостерона в организме и функцию простаты.

В составе экстракта 96%-ного спиртового экстракта присутствует сигнал в районе $1700\text{--}1730\text{ см}^{-1}$, что указывает на сложные эфиры и свободные карбоновые кислоты. При сравнении экстракта корней с использованием более низкой концентрации этилового спирта данные сигналы отсутствуют, что свидетельствует об отсутствии (или более низком содержании) сложных эфиров и свободных карбоновых кислот в концентрате с использованием 20%-ного этанола.

В ИК-спектрах 20%-ных экстрактов в этаноле корней крапивы двудомной (*Urtica dioica*) присутствуют характерные полосы, свидетельствуют на присутствие широкой полосы поглощение в области $3200\text{--}3400\text{ см}^{-1}$, связанное с валентными колебаниями гидроксильных групп (O-H). Это говорит о присутствии полифенолов, углеводов, органических кислот и влаги.

Заключение

Проведённое сравнительное исследование ультрафиолетовых спектров поглощения экстрактов различных морфологических частей крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), произрастающей на территории Республики Таджикистан, позволило выявить особенности распределения биологически активных веществ.

Анализ спектров показал: Листья крапивы характеризуются высоким содержанием флавоноидных соединений, способных к комплексообразованию с ионами алюминия, что свидетельствует о наличии свободных гидроксильных групп. Корни крапивы содержат преимущественно водорастворимые компоненты, проявляющие выраженное ультрафиолетовое поглощение, особенно в области коротковолнового УФ-диапазона. Стебли демонстрируют характерные спектральные признаки флавоноидной природы с потенциалом для комплексообразования. Выявленные спектральные характеристики подтверждают, что крапива двудомная является ценным источником флавоноидов, фенольных соединений и других биологически активных веществ. Эти результаты создают научную основу для дальнейшей разработки фитопрепаратов на основе различных частей крапивы, ориентированных на получение экстрактов с заданной биологической активностью.

Таким образом, крапива двудомная может рассматриваться как перспективный объект для фармацевтической разработки стандартизированных растительных препаратов с антиоксидантной, противовоспалительной и общеукрепляющей активностью.

Исследования показали, что химическая составляющая различных частей изучаемого растения заметно отличаются друг от друга. Это дает возможность целевого использования экстрактов из различных частей крапивы, исходя из химической составляющей.

В ходе проведенного сравнительного исследования ультрафиолетовых и инфракрасных спектров спиртовых и водных экстрактов различных морфологических частей крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), произрастающей на территории Республики Таджикистан, были получены комплексные данные о химическом составе растительного сырья.

Анализ УФ-спектров показал:

- Присутствие в листьях, стеблях и корнях крапивы флавоноидных и фенольных соединений.

- Особую активность водных экстрактов корней, содержащих преимущественно полярные биологически активные вещества.

ИК-спектроскопия подтвердила:

- Высокое содержание целлюлозы, кремниевых соединений и сахаров, особенно в стеблях.

- Высокую долю фенольных компонентов, белков и пигментов в составе экстрактов листьев.

- Более эффективное извлечение липидных фракций при использовании 70%-ного спирта, зафиксировано по наличию области листьев.

Комплексный анализ показал, что морфологические части крапивы обладают различным химическим профилем, что следует учитывать при стандартизации и разработке технологий извлечения биологически активных веществ.

Полученные результаты подчёркивают перспективность использования крапивы двудомной как доступного источника флавоноидов, фенольных соединений, полисахаридов и липидов для создания фитопрепаратов с антиоксидантной, противовоспалительной и метаболической активностью.

Результаты исследования закладывают основу для дальнейших фармакогностических и технологических работ, направленных на разработку стандартизированных растительных препаратов из крапивы двудомной.

Литературный список:

1. Изучение острой токсичности экстракта корневищ с корнями крапивы двудомной / Э.А. Балагозян, О.Е. Правдивцева, Е.Н. Зайцева и др. // Интер-медикал. 2014. № 1. С. 62-64.

2. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд., перераб. и доп. Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО СамГМУРосздрава», 2007. 1239 с.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации. – 13-е изд. – М.: 2015. – Том 3. 490 с

4. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд., перераб. и доп. Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО Сам ГМУ Росздрава», 2007. 1239 с.

5. Пецуха В.С. Фармакогностическое изучение крапивы коноплевой / В.С. Пецуха // Автореф.канд. фарм. н. Улан-Удэ. 2009. 26 с.

6. Матюшенко В. Влияние условий сушки на содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот в листьях крапивы узколистной / В. Матюшенко // Сборник научных трудов: «разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции». ятигорск. 2012. С. 78-79.

7. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд., перераб. и доп. Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО «СамГМУРосздрава», 2007. 1239 с.

8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Magnoliaceae-Limoniaceae. - Л.: Наука, 1984. С. 139-140.

9. Балагозян Э.А., Куркин В.А., Лямин А.В., Правдивцева О.Е. Перспективы использования препаратов на основе корневищ с корнями крапивы двудомной / Фармация и фармакология. №6 (13), 2015. С.16-19.

Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИТ, ш.Душанбе, Ҷумҳурии
Тоҷикистон

Дар рафти тадқиқи мукоисавии спектрҳои ултрабунафш ва инфрасурх экстракҳои спиртӣ ва обии қисмҳои гуногуни морфологӣи сӯзғиёҳи дучинса (*Urtica dioica* L.), ки дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон мебуянд, он ба таркиби химиявии маводи растаниҳо маълумоти мукаммал ба даст оварда шуданд.

**"PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF *URTICA DIOICA* (STINGING NETTLE) GROWING IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN."
RAKHIMOV I.F., NAZAROVA Z.D., ELNAZAROV M. Kh., SALIMOVA S.SH.,
SHAMSIDINZODA A. A., NARZULLOEVA SH.B.**

Annotation. Research shows that the chemical components of different parts of the plant under study differ significantly from each other. This makes it possible to use extracts from different parts of nettle based on the chemical component. It should also be noted that differences in the chemical component are also observed when using different concentrations of alcohol.

Key words: UV and IR spectrometry, stinging nettle.

**РАХИМОВ И.Ф., НАЗАРОВА З.Д., ЭЛЬНАЗАРОВ М.Х., САЛИМОВА
С.Ш., НАРЗУЛЛОЕВА Ш.Б.**

Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ, г. Душанбе, Республика
Таджикистан

Ключевые слова: острая токсичность, сбор лекарственных растений, сумма сухого экстракта.

160

- 1 ч и смородина Янчевского- (зогр, кот, ширизн). (тадж.). - *Ribes Janczevskii* Pojark 1 ч. Цветки анафалиса дарвазского содержат эфирные масла и сумму флаваноидов. В листьях смородины Янчевского найдены гликозиды кемпферола и кверцетина, мирицетин, кверцитрин. В биомассе листьев кипрея узколистного содержатся органические кислоты, таниды, антоциановые соединения, каротиноиды, вещества флавоноидной природы, пектин, рутин, полисахариды, лигнин, кумарины, ауроны, танины. Цветки анафалиса обладают желчегонным, спазмолитическим и противовоспалительным действием, листья кипрея – антисептическим и противовоспалительным, листья смородины Янчевского, кроме вышеперечисленных видов, обладает выраженным антиоксидантным действием.

Материалы и методы. Ранее авторами была разработана рецептура лекарственного сбора в лаборатории фармакологии Института химии им. В.И.Никитина НАНТ. Установленные числовых показателей сбора проводили по методикам ГФ XI и ГФ XII.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований были определены числовые показатели гепатопротекторного сбора, итоги приведены в таблице.1

Таблица 1 – Числовые показатели гепатопротекторного сбора.

Показатель	Содержание, %
Влажность	8,64± 0,34
Зола общая	5,86± 0,16
Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте 10%	1,05± 0,05
Экстрактивные вещества, извлекаемые водой	24,82± 0,96

Выводы

Таким образом, были определены числовые показатели: влажность 8,64±0,34%; зола общая 5,86±0,16%; зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте 10% 1,05±0,05%; экстрактивные вещества, извлекаемые водой 24,82±0,96%, что позволяет судить о доброкачественности гепатопротекторного сбора.

Целью исследования являлось разработка и стандартизация гранул в твердых желатиновых капсулах на основе композиции сухих экстрактов смородины Янчевского листа, анафалиса дарвазского цветки и кипрея мелкоцветкового листа, обладающего гепатопротекторной и желчегонной активностью. Разработать состав и определить показатели качества гранул с сухими экстрактами смородины Янчевского, листьев анафалиса дарвазского, цветков кипрея мелкоцветкового листа. Разработать спецификацию качества на лекарственное средство –гранулы, композиции сухих экстрактов в твердых желатиновых капсулах.

Для разработки технологии гранул в твёрдых желатиновых капсулах использовали сухие экстракты смородины Янчевского листа, анафалиса дарвазского цветки и кипрея мелкоцветкового листа, стандартизованные в соответствии с требованиями ГФ XIII изд.

Гранулы получали методом продавливания увлажнённой массы через сито с отверстиями диаметром 3 мм. Высушенные в сушильном шкафу ШС-80-01 (Россия) при температуре не более 60 °С в течение 30 мин.

Состав композиции сухих экстрактов листьев, смородины Янчевского цветки анафалиса дарвазского и листа кипрея мелкоцветкового был предложен на основании проведенных фармакологических исследований.

Согласно фармакологическим исследованиям, суточная норма композиции составляет – 580 мг/сут., вспомогательные вещества метилцеллюлоза, и лактозы моногидрат, Общая масса: 400,0

Исходя из этого предусматривается разделение суточной дозы на три индивидуальных приёма. Тем самым масса содержимого твёрдой желатиновой капсулы составит – 400 мг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан состав гранул на основе композиции сухих экстрактов листьев смородины Янчевского цветки анафалисы дарвазского и листьев кипрея мелкоцветкового.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что комбинированное применение полисахаридов, флавоноидов и эфирных масел, содержащихся в составе испытуемых средств, по всей вероятности, снижает гепатотоксическое воздействие СС1₄ и тем самым улучшает липидный обмен, нарушенный под влиянием гепатотоксина.

Литература:

1. Уварова Р. И., Василенко Л. В., Бурачевский И. И. Композиция ингредиентов для горькой настойки «Гусарская». Патент РФ №2017808, МПКС12С 3/06, 1994.
2. Пальталлер Р.Р. Композиция ингредиентов для настойки «Алтайская». Патент РФ № 2125592, МПК СПС 3/06, 1999.
3. Урсолит (Урсодезоксихолевая кислота - желчная кислота). https://health.mail.ru/drug/ursolit/#pharmacologic_influence
4. Урсофальк таблетки. <https://www.eapteka.ru/goods/id296281/>
5. Кодиров А.Х. Настойка «Ромит», обладающая желчегонным и холелитическим действием. Малый патент РТ TJ 374.

ТАЪСИРИ ГИПОХОЛЕСТЕРИНЕМӢ, ЛИТОЛИТИКӢ ВА ГЕПАТОПРОТЕКТОРИИ НАСТОЙКАИ «СЕГИЁҲА»

**РАХИМОВ И.Ф., НАЗАРОВА З. Д., ЭЛЬНАЗАРОВ М.Х., САЛИМОВА
С. Ш., НАРЗУЛЛОЕВА Ш.Б.**

*Институту химияи ба номи В. И. Никитини АМИТ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии
Тоҷикистон*

Аннотатсия. Дар кори пешниҳодишуда як таркиби инноватсионии шакли гранулишуда таҳия гардидааст, ки аз композицияи экстрактҳои хушк стандартизатсияшудаи баргҳои смородинаи Янчевский (*Ribes yanchevskiyi*), гулҳои анафалиси дарвозӣ (*Anaphalis darvazica*) ва баргҳои кипреји майдагул (*Epilobium parviflorum*) иборат мебошад. Таҳлили фитохимиявии ҳамаҷониба нисбат ба ашӯи хоми ибтидоӣ ва таркиби ҳосилишуда гузаронида шудааст, ки муайянсозии спектрофотометрии флавоноидҳо, полифенолҳо ва танинҳоро дар бар мегирад. Ин таҳия барои сохтани як воситаи гиёҳии умедбахш равона гардидааст, ки дорои таъсири нарми зиддишлтиҳобӣ ва антиоксидантӣ мебошад. Таркиби пешниҳодишуда метавонад ҳамчун асос барои эҷоди маҳсулоти нутрицевтикии насли нав истифода гардад.

Калимаҳои калидӣ: захролудшавии шадид, маҷмӯи гиёҳҳои доруворӣ, миқдори умумии экстракти хушк.

TINCTURE “SEGIYONA”, POSSESSING HYPOCHOLESTEROLEMIC, LITHOLYTIC, AND HEPATOPROTECTIVE ACTION RAKHIMOV I.F., NAZAROVA Z.D., ELNAZAROV M. Kh., SALIMOVA S SH., NARZULLOEVA SH.B.

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of
Tajikistan*

Annotation. In the presented work, an innovative composition of granulated form has been developed, which consists of a combination of standardized dry extracts of leaves of Yanchevsky currant (*Ribes yanchevskiyi*), flowers of Darvaz anaphalis (*Anaphalis darvazica*), and leaves of small-flowered willowherb (*Epilobium parviflorum*). A comprehensive phytochemical analysis has been conducted on the original raw materials and the resulting composition, including spectrophotometric determination of flavonoids, polyphenols, and tannins. This development is aimed at creating a promising herbal remedy with mild anti-inflammatory and antioxidant effects. The proposed composition may be used as a basis for the creation of a new generation of nutraceutical products.

Key words: acute toxicity, medicinal plant collection, total dry extract amount.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕНЗОКЕТОЗОНА И ГЛИЦИРАМА НА СЕКРЕТОРНУЮ ФУНКЦИЮ ЖЕЛУДКА У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Т.Б. Мустанов, М.И. Алиходжаева

Alfraganus University, г. Ташкент, Узбекистан, E-mail: mustanovtollibay@gmail.com

Аннотация. Целью настоящего исследования являлось экспериментальное изучение влияния бензокетозона и глицирама на параметры желудочной секреции у лабораторных животных, а также выявление их возможного терапевтического потенциала в контексте коррекции гастропатий различного генеза. В ходе работы использованы 30 белых беспородных крыс-самцов, которым вводили указанные препараты в течение 14 дней. Секреторная функция оценивалась после гистаминовой стимуляции по таким параметрам, как объём желудочного сока, уровень свободной и общей кислотности, активность пепсина и концентрация муцина. Полученные результаты продемонстрировали, что бензокетозон вызывает выраженное повышение кислотности и протеолитической активности без значимого влияния на продукцию муцина. В отличие от него, глицирам снижал агрессивные компоненты желудочного сока, одновременно усиливая муцинопродукцию, что указывает на его выраженные гастропротективные свойства. Таким образом, оба препарата проявляют разнонаправленные эффекты на желудочную секрецию, что позволяет рассматривать их в рамках дифференцированного подхода к терапии гастроэнтерологических заболеваний.

Ключевые слова: бензокетозон, глицирам, желудочная секреция, кислотность, пепсин, муцин, гастропротектор.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF BENZOKETOSONE AND GLYCYRAM ON THE SECRETORY FUNCTION OF THE STOMACH IN LABORATORY ANIMALS

T.B. Mustanov, M.I. Alikhodzhayeva

Alfraganus University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The aim of this study was to experimentally investigate the effects of benzoquetazone and glycyram on gastric secretory function in laboratory animals, as well as to assess their therapeutic potential in the correction of gastropathies of various origins. Thirty adult male albino rats were used and administered the studied compounds over a 14-day period. Gastric secretory parameters were evaluated following histamine stimulation and included gastric juice volume, free and total acidity, pepsin activity, and mucin concentration. The findings demonstrated that benzoquetazone induced significant hypersecretion of hydrochloric acid and enhanced proteolytic activity of pepsin without affecting mucin production. Conversely, glycyram suppressed both acidity and pepsin activity while stimulating mucin production, indicating notable gastroprotective properties. These results highlight the opposite effects of the two compounds on gastric secretion, suggesting their potential utility in differentiated pharmacotherapy for gastrointestinal disorders.

Keywords: benzoquetazone, glycyram, gastric secretion, acidity, pepsin, mucin, gastroprotektor.

Патологии желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) продолжают оставаться одной из наиболее актуальных клинико-социальных проблем современного здравоохранения. Это обусловлено как их широкой распространённостью среди населения всех возрастных групп, так и существенным вкладом в структуру хронической заболеваемости, инвалидизации и летальности. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), заболевания органов пищеварения стабильно входят в пятёрку ведущих причин временной нетрудоспособности, стойкой потери трудоспособности и смертности, особенно в индустриально

развитых странах и регионах с высоким уровнем урбанизации [1,4]. Данная тенденция обуславливает необходимость постоянного совершенствования методов профилактики, диагностики и терапии гастроэнтерологических заболеваний.

Среди всей группы гастроинтестинальных нарушений особое клиническое значение приобретают **хронические гастриты и язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки**. Их патогенез отличается высокой степенью многофакторности и комплексного взаимодействия как экзогенных, так и эндогенных триггеров. Основными предрасполагающими факторами являются: **нерациональное питание, хронический стресс, инфицирование *Helicobacter pylori*, а также злоупотребление нестероидными противовоспалительными средствами (НПВС)**, которые способны вызывать выраженное повреждение слизистой оболочки желудка путём подавления синтеза гастропротективных простагландинов. Помимо этого, имеют значение нарушения желудочной секреции, иммунные и метаболические сдвиги, генетическая предрасположенность и неблагоприятные экологические условия.

Современные подходы в гастроэнтерологии направлены не только на купирование симптомов и устранение провоцирующих факторов, но и на **восстановление баланса между агрессивными и защитными механизмами желудочной среды**, включая регуляцию секреции соляной кислоты, активности пепсина и синтеза муцина — ключевого компонента защитного барьера слизистой. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на оценку новых или недостаточно изученных фармакологических агентов с потенциалом **модулирования секреторной активности желудка и стимуляции защитных факторов слизистой оболочки**.

В данном контексте представляет научный интерес изучение **бензокетозона** — синтетического производного пиразолона, обладающего выраженным **противовоспалительным и анальгезирующим действием**, а также потенциальной способностью влиять на кислотно-пептическую активность желудка. Наряду с ним исследуется **глицирам** — аммонийная соль глицирризиновой кислоты, выделяемая из корня *Glycyrrhiza glabra* (солодки), обладающая **мембраностабилизирующими, противовоспалительными и гастропротективными свойствами**. Благодаря своему природному происхождению и способности повышать синтез муцина, глицирам рассматривается как перспективное средство в терапии НПВС-индуцированных и стресс-ассоциированных гастропатий.

Таким образом, исследование сравнительного действия бензокетозона и глицирама на секреторную функцию желудка может внести значимый вклад в понимание механизмов их гастроэнтеротропной активности и определить вектор их потенциального клинического применения в составе комплексной терапии заболеваний ЖКТ. В эксперименте были использованы 30 белых крыс-самцов массой 180–200 г. Животные были разделены на три группы (по 10 особей):

1. Первая группа получала бензокетозон внутримышечно в дозировке 20 мг/кг в течение 14 дней;
2. Вторая — глицирам перорально в дозе 50 мг/кг в течение аналогичного периода;
3. Третья группа служила контролем.

Все животные содержались в стандартных условиях вивария, имели свободный доступ к воде и корму *ad libitum*. После периода адаптации проводили гистаминовую стимуляцию секреции с последующим сбором желудочного сока [2,3]. Изучаемые параметры включали: [5,6] — объём и кислотность желудочного сока (определение свободной и общей кислотности титриметрически); — активность пепсина (с использованием желатинового субстрата); — уровень муцина (фотометрически с применением специфических реагентов для гликопротеинов).

Анализ проводился с использованием ANOVA и критерия Тьюки, уровень значимости $p < 0,05$. [7]

В группе животных, получавших бензокетозон, было зафиксировано статистически значимое увеличение уровня свободной соляной кислоты на **35 %** по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$), что сопровождалось ростом протеолитической активности пепсина на **40 %**. При этом концентрация муцина в желудочном соке оставалась на уровне, сопоставимом с контрольными значениями, не демонстрируя достоверных отклонений. Совокупность этих данных позволяет сделать вывод о выраженном **стимулирующем влиянии бензокетозона на экзокринную функцию желудка**, преимущественно за счёт активации кислотопродукции и ферментативной активности, при сохранении стабильности защитного муцинового барьера. Это может свидетельствовать о том, что препарат усиливает пищеварительную активность без прямого раздражающего воздействия на слизистую оболочку желудка.

У животных, которым на протяжении 14 дней вводился глицирам, наблюдалась обратная динамика: уровень свободной кислотности достоверно снижался на **25 %** ($p < 0,05$), что сопровождалось увеличением концентрации муцина в желудочном соке на **50 %**, а также умеренным, но значимым снижением активности пепсина примерно на **15 %**. Эти изменения свидетельствуют о выраженном **гастропротективном действии глицирама**, направленном на снижение агрессивности желудочного содержимого и усиление защитных механизмов слизистой оболочки. Такой эффект, вероятно, обусловлен способностью препарата модулировать выработку простагландинов, стимулировать муцинопродуцирующие клетки и снижать активность факторов агрессии, что делает его перспективным средством для профилактики и лечения гастропатий различного происхождения, особенно ассоциированных с повышенной кислотностью или нарушением слизистого барьера [2].

Контрольная группа животных, получавших изотонический раствор натрия хлорида, демонстрировала стабильные физиологические параметры желудочной секреции на всём протяжении эксперимента. Значения объёма желудочного сока, кислотности, пепсиновой активности и концентрации муцина оставались в пределах нормы, что подтверждает корректность экспериментальной модели и достоверность полученных различий между исследуемыми группами.

Результаты проведённого экспериментального исследования достоверно подтверждают, что бензокетозон и глицирам оказывают разнонаправленное воздействие на секреторную активность желудка у лабораторных животных. Бензокетозон, обладая выраженным стимулирующим действием, значительно повышает объём желудочного сока, уровень свободной и общей кислотности, а также усиливает протеолитическую активность пепсина. Эти эффекты свидетельствуют о его потенциале в активации пищеварительной функции желудка, что может быть полезно в случаях гипоацидных состояний или нарушений ферментативной активности.

В противоположность ему, глицирам проявляет свойства гастропротектора за счёт уменьшения агрессивных компонентов желудочной секреции — соляной кислоты и пепсина — и одновременного повышения концентрации муцина, обеспечивающего защиту слизистой оболочки от повреждающих факторов. Подобное действие может быть обусловлено влиянием на простагландиновый каскад, модуляцией воспалительного ответа и стимуляцией экспрессии генов, отвечающих за синтез защитных гликопротеинов.

Установленные различия в механизмах действия обоих препаратов позволяют рассматривать возможность их **комбинированного применения** как перспективного терапевтического подхода при лечении и профилактике различных форм гастропатий. Такая комбинация может быть особенно актуальна в клинических ситуациях, требующих одновременной стимуляции пищеварительной функции и защиты слизистой оболочки желудка, включая случаи, связанные с применением НПВС, стресс-индуцированные состояния, а также хронические воспалительные заболевания ЖКТ.

Перспективы дальнейших исследований включают углублённое изучение морфологических и молекулярных изменений слизистой оболочки желудка под

Литература

- БАХШИ 5 – ХИМИЯИ ЭКОЛОГӢ, РАДИОЭКОЛОГИЯ ВА ЭНЕРГЕТИКАИ**
ГИДРОГЕНӢ
СЕКЦИЯ 5 – ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ И
ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

А. Маҳмадмуродов, Г. С. Исломова

Чустуҷӯи манбаҳои нави энергия масъалаи хеле муҳим мебошад.

Калидвожаҳо: сузишворӣ, энергия, гидроген, фотокатализатор, сулфиди кадмий, энергияи офтоб, захирақунӣ, мубаддалқунӣ, фаъолқунӣ каталлизатор, гидроген сулфид, механизм, ҳосияти электронӣ.

Инсоният маротибаи аввал фаҳмид, ки захираи сӯзишвориҳои ихроҷшаванда ва пеш аз ҳама нафт беохир нест. Албатта сабабҳои бевоситаи бӯҳрони энергетикӣ асосан табиати иқтисодӣ доштанд. Бо вуҷуди ин дар соҳаи захираҳои энергетикӣ ва истеҳсоли энергия таҳдиди камшавию баохиррасии захираҳои сӯзишворӣ вуҷуд дорад, ки водор менамояд пештар манбаъҳои нав ва боиктидори энергияро ҷустуҷӯ намоем.

Доир ба таъмини инсоният бо энергия, қайд бояд кард, ки энергияи офтоб аз ҷиҳати захираҳояш метавонад талаботи энергетикӣ ояндаро қаноат намояд.

Ниҳоят, энергияи офтоб намуди энергияи экологӣ “тоза” мебошад. Истифодаи он бо ифлоскунии муҳити атроф ва вайроншавии тавозуни гармии сайёра алоқаманд нест.

Аз ин гуфтаҳо бар намеояд, ки энергияи офтоб илоҷи ягона барои инсоният мебошад. Бо вуҷуди ин меарзад, ки ба масъалаи мазкур диққати ҷиддӣ дода, ояндаи онро ҳолисона баҳо диҳем. Ҳамин тавр, ҷустуҷӯи манбаҳои нави энергия масъалаи хеле муҳим аст.

Яке аз роҳҳои имконпазири истеҳсоли сӯзишвориҳои химиявӣ аз моддаҳои васеъ дастрас зери таъсири энергияи офтоб бо усули фотокаталитикӣ мебошад. Мубаддалкунӣ ва захиракунии энергияи офтоб дар энергияи гидроген ояндадор аст.

Дар алоқа бо ҷустуҷӯи манбаҳои нави энергия диққати пажуишгаронро ҳосилкунии гидроген аз пайвастигҳои ҷалб намуда истодааст, ки гидроген дар ҳолати сусти алоқаманд мебошад. Аз ин нуқтаи назар омӯختани гидрогенсулфид аҳамият дорад. Захираҳои табиӣ ин газ ба миллион тоннаҳо мерасад. Вайронкунии термикӣ гидрогенсулфид ба элементҳо дар ҳароратҳои аз 700°C баландтар мегузарад. Ҳангоми истифодаи энергияи офтоб имкониятҳои намоён ошкор мешаванд. Барои зери таъсири нурҳои офтоб вайронкунии гидрогенсулфид рушнӣ бо дарозии мавҷи хурдтар аз 200 нм талаб мешавад, ки дар нурҳои офтоб бениҳоят кам мебошанд. Татбиқи фотокатализаторҳои мувофиқ имконият медиҳанд, ки нурҳои дидашаванда истифода шаванд.

Тадиқотҳо доир ба ҷустуҷӯи фотокатализаторҳои хориҷкунии гидроген аз об барои системаҳои фотокаталитикӣ молекулавӣ намунаи васеи фотокатализаторҳои гомогенӣ ва гетерогенро ошкор намуданд. Ба офаридан ва маънидокунии таъсири онҳо корҳои [1-3] бахшида шудаанд. Дар натиҷа оид ба шарҳ додани механизми таъсири фотокатализаторҳои хориҷкунии гидроген аз об ба муваффақиятҳои назаррас ноил ҳам гардиданд. Масалан, механизми таъсири металлҳои асили имобилизатсияшуда муфассал омӯхта шуд.

Тахмин намудан мумкин, ки табиати фаъолнокии каталитикӣ металлҳои дисперсияшон хурд то ягон андоза ба табиати фаъолнокии каталитикӣ металлҳо дар ҳолати коллоидӣ шабоҳат дорад. Бинобар ин таъсири каталитикӣ металлҳои дисперсияшон хурди имобилизатсияшударо ҳамчун микроэлектродҳо ҳисобидан мумкин аст. Фаъолнокии каталитикӣ фотокатализаторҳои имобилизатсияшуда аз усули тайёр намудани онҳо вобаста буда, нисбат ба катализаторҳои коллоидӣ характеристикаи муҳими катализаторҳои имобилизатсияшуда мебошад.

Бо микроскопи электронӣ муайян карда шуд, ки зарраҳои платина дар сатҳи МФ – 4СК андозаи $(0,2 - 2) \cdot 10^3 \text{ \AA}$ доранд. Эҳтимол меравад, ки миқдори муайяни атомҳои платина дар ҳаҷми полимерҳо ҷойгир мебошанд, ки ҳам барои алоқаи зарраҳои дохила бо барқароркунанда ва ҳам барои баромадани маҳсулот аз сурохиҳои хурди фотокатализатор мушкилии диффузионӣ эҷод менамоянд.

Зарраҳои платинаи металли дар ҳаҷми полимер буда, ба фаъолнокии ин фотокатализаторҳо бо сабаби маҳдудиятҳои диффузионӣ саҳми намоён надоранд. Инро хурд намудани андозаи донаҳои катализатори $\text{CdS} - \text{Pt}/\text{АН-221}$ (орд кардани донаҳои $\text{CdS} - \text{Pt}/\text{АН-221}$) тасдиқ менамоянд. Дар натиҷа фаъолиятнокии фотокатализатор қариб 5-8 маротиба меафзояд[1].

Далелҳо оид ба сохтор ва хосияти электронии зарраҳои дисперсияшон хурди платина, ки дар полимерҳои муҳокимашаванда имобилизатсия шудаанд, аҳамияти муҳим доранд. Ин маълумотҳо, бо усулҳои гуногуни физикӣ ҳосил шудаанд. Ин далелҳо шаҳодат медиҳанд, ки хосияти электронии платинаи дисперсияшон хурди дар полимер устуворшуда, аз хосияти электронии платинаи металли андозааш калон то як андоза фарқ мекунанд. Тахмин намудан мумкин, ки дар баъзе мавридҳо андозаҳои хурди зарраҳои ҳосилшаванда ва мавҷудияти таъсири қавӣ бо атомҳои фтор (ё

нитроген)-и полимерҳо аллакай имконият намедиханд, ки ин зарраҳо ҳамчун металлӣ тавсиф шаванд. Гумони ғолиб он аст, ки барои онҳо бештар мафҳуми «ассотсиатҳои бисёрҷадҳои атомҳои платина» қобили қабул аст. Ин нишон медиҳад, ки хосияти платинаи дисперсияш хурд ҳамчун микроэлектрод метавонад ба ягон дараҷа аз хосияти катодаи платинагии калон фарқ кунад.

Дар реаксияи каталикии хориҷшавии гидроген аз об раванди гузариши электрон аз барқароркунанда ба марказҳои фаъоли катализатор зарур аст.

Истифодаи нимнокҳо ба сифати фотокатализатори ҳосилкунии гидроген ҷолиб аст. Бобати дастрасӣ ба ин мақсад нимнокҳои сулфиди металлҳо пешомади хуб доранд.

Азбаски дар шароити нигохдории сатҳи хоси калони системаҳои фотокаталикии гетерогенӣ нисбат ба ҳомогенӣ ва коллоидӣ бартарии муайян доранд, офаридани фотокатализаторҳои гетерогенӣ фаъол аҳамият доранд.

Бобати пешгири намудани коагулятсияи зарраҳои коллоидӣ сулфиди кадмий дар сатҳи полимерҳо имобилизатсия шуд. Сулфиди кадмий имобилизатсияшуда бо устувории баландаш аз ҳолати коллоидӣ фарқ мекунад. Дар баробари ин барои катализаторҳои имобилизатсияшуда як камбудии ҷиддӣ хос аст. Ҳангоми имобилизатсияи зарраҳои сулфиди металлҳо дар сатҳи полимери дорои сатҳи рушдкарда танҳо ҳамон зарраҳои босамар фаъолият менамоянд, ки ба сатҳи геометрии полимер наздиканд. Дар айни ҳол зарраҳои дохилӣ бо сабаби суст гузаштани диффузия ба гумон аст, ки фаъолнокии каталикии зоҳир кунанд. Аз ҳамин сабаб фаъолнокии каталикии хоси фотокатализаторҳои имобилизатсияшуда аз усули тайёр намудани катализатор вобаста аст ва нисбат ба катализаторҳои коллоидӣ хосиятҳои муҳими фаъолнокии катализатор мебошад.

Сулфиди кадмий дар сатҳи полимерҳо имобилизатсияшуда дар минтақаи 500 нм, марзи фурубари дорад. Дар натиҷаи шуоъафкании фотокатализаторе, ки дар маҳдуди обии сулфиди натрий ҷойгир шудааст бо таъсири рушноии $\lambda < 500$ нм ҳосилшавии гидроген ва сулфур ба амал меояд.

Адабиёт

1. Маҳмадмуродов А. Истифодаи раванҷҳои физико-химиявӣ барои мубаддалкунии энергияи офтоб. Душанбе 2025, 104с.

2. Маҳмадмуродов А./ А. Маҳмадмуродов, Г. С. Исломов. Ба энергияи гидроген табдил додани энергияи офтоб. V Международная научно-практическая конференция, Казахстан, Нур-Султон, 2017 117-121с.

3. Маҳмадмуродов А. Оксидшавии каталикии гидрогенсулфид дар маҳдудҳои обӣ. Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ вазъи кунунӣ ва дурнамои таҳлили физико-химиявӣ. ДДОТ ба номи С. Айни 2025, с. 78-80.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО АККУМУЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

А. Маҳмадмуродов, Г. С. Исломов

Университет эконономики и финансов Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация. Запасы ископаемых топлив органического происхождения ограничены.

Поиск новых источников энергии является актуальной проблемой.

В далёкой перспективе наиболее интересным представляется использование солнечной энергии. Наиболее перспективным топливом будущего является водород.

Для эффективного использования солнечной энергии необходимо разработать экономически приемлемые способы её концентрации, преобразования и хранения.

Использование полупроводников в качестве фотокатализаторов получения водорода вызывает повышенный интерес.

Настоящая статья посвящена разложению сероводорода на иммобилизованном на полимерах сульфида кадмия.

Ключевые слова: топливо, энергия, водород, фотокатализатор, сульфид кадмия, солнечная энергия, аккумуляция, преобразование, активация фотокатализатора, сероводород, механизм, электронные свойства.

RESULTS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF PROCESSES OF CHEMICAL ACCUMULATION OF SOLAR ENERGY

University of Economics and Finance of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

The search for new energy sources is an urgent problem.

For the efficient use of solar energy, it is necessary to develop economically acceptable ways of its concentration, conversion and storage.

This article is devoted to the decomposition of hydrogen sulfide on cadmium sulfide immobilized on polymers.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ НРК-УДОБРЕНИЯ

Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана, г.Душанбе,

Аннотация. В статье обобщены полученные результаты синтеза гранулированных NPK-удобрений на основе полученной фосфорной кислоты с целью энерго- и ресурсосбережения. Разработана и реализована лабораторная методика получения гранулированных комплексных удобрений (NPK) на основе фосфорно-обработанного концентрата. Полученные удобрения обладают хорошими физико-химическими характеристиками, соответствующими требованиям для серозёмных почв.

Синтез комплексных удобрений NPK базируется на двух фундаментальных операциях: получении растворимой фосфорной формы и одновременном или поэтапном введении азот- и калийсодержащих компонентов в формах, устойчивых при хранении и физиологически доступных в почве [1]. В промышленной практике апробировано пять основных технологических маршрутов, выбор которых определяется качеством исходного фосфатного сырья, наличием аммиака и калийных солей, а также требуемой рецептурой конечного продукта. Оптимизация соотношения и способа введения питательных элементов обеспечивает как агрономическую эффективность, так и устойчивость продукции в логистике и хранении [2,3].

169

сушат при 120 °С, классифицируют и охлаждают в струе воздуха — получают товарные марки 15-15-15 или 16-16-8. Для концентратов Ривата модуль $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 \approx 1,35$ обеспечивает оптимальное соотношение $\text{Ca}^{2+}/\text{PO}_4^{3-}$, поэтому стадию деметаллизации (удаления кальция экстракцией) можно исключить: кальций остаётся в виде сульфата-гипса, равномерно диспергированного в грануле, и дополнительно повышает содержание серы до 3–4 %.

Вторая технология - нитрофосфатный («Odda») процесс, при котором фосфорит растворяют 55-60 % HNO_3 . Образуются растворимые кальциевые и аммонийные нитрофосфаты; часть кальция отфильтровывают в виде $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, а в оставшийся раствор по стехиометрии дозируют аммиак и $\text{KCl}/\text{K}_2\text{SO}_4$. Преимущество подхода — отсутствие гипсовых стоков, высокая водорастворимость P и N, гибкость рецептур до 20-20-0; недостаток — затратность на концентрированную азотную кислоту и необходимость утилизации нитрата кальция (чаще всего его упаривают до расплава и реализуют как побочное удобрение или вводят в смеси для томатов). Для бедных франколитовых концентратов метод пригоден лишь после предварительного удаления углекислоты, иначе CO_2 интенсивно вспенивает пульпу.

Исследования в области получения NPK-удобрений из фосфоритных концентратов Риватского месторождения могут заложить фундамент для развития новой научно-технической и технологической базы в Таджикистане, способной привлечь инвесторов, стимулировать создание рабочих мест и укрепить экспортный потенциал страны. Важную роль здесь играет взаимодействие научно-исследовательских организаций, вузов, предприятий горнодобывающей и химической промышленности, которые, объединив усилия, могут разработать эффективные инновационные решения для переработки местных ресурсов [4,5].

Производственный прототип (рис. 1) позволяет синтезировать комплексные NPK-удобрения с различным суммарным содержанием питательных веществ, причём технологическая линия может работать как в режиме образования нерастворимого остатка, так и без инертной примеси. В основу процесса положена реакция нитрофосфатного типа: в азотнокислую пульпу апатита Риватского месторождения дозируют фосфорную кислоту до достижения мольного отношения $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,79$. При этих условиях избыток кальция полностью переводится в дикальцийфосфат, а фосфор остаётся преимущественно в усвояемой форме, что придаёт продукту пролонгированное действие.

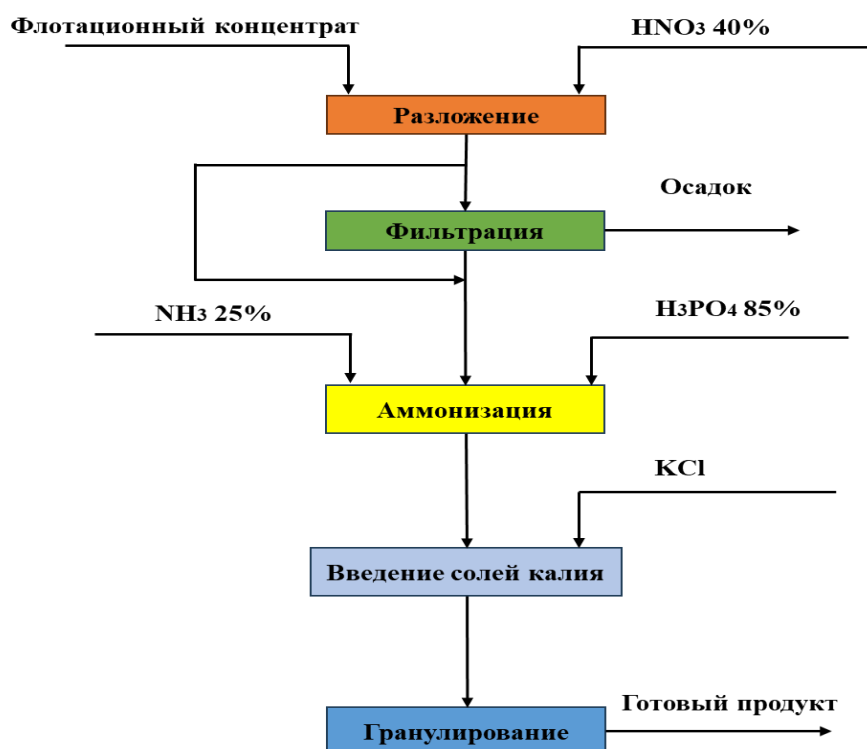


Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема получения NPK-удобрения

В серии опытов изменяли расход HNO_3 от 20 до 47 % (от расчётной стехиометрии) при выдержке 15–30 мин. Химический состав полученных образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав полученных удобрений

Марка NPK	Норма HNO_3 , %	N (общ.), %	P_2O_5 (общ.), %	P_2O_5 (усв.), %	K_2O , %	CaO , %
8:8:8	20	4,02	6,08	2,80	4,08	18,22
9:9:9	30	4,07	10,01	7,03	15,00	30,02
10:10:10	47	9,80	10,03	7,06	10,03	34,01

Повышение концентрации азотной кислоты приводит к более глубокому разложению фосфатного концентрата и, соответственно, к увеличению доли усвояемого фосфора и азота в конечном продукте. Оптимальным признан интервал 80–94 % от теоретически необходимого количества HNO_3 , при котором достигается высокий выход подвижных форм P_2O_5 и N без неоправданного перерасхода реагента, а готовое удобрение соответствует требованиям к маркам 8 : 8 : 8 – 10 : 10 : 10 по питательной ценности и агрономической эффективности.

Таким образом, предлагаемая технологическая схема позволит осуществить переработку фосфоритных руд с организацией производственных цехов по получения NPK-удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kalita A., Elayarajan M., Janaki P., Suganya S., Sankari A., Parameswari E. Organo-monomers coated slow-release fertilizers: Current understanding and future prospects // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – С. 133320.
2. Shahena S., Rajan M., Chandran V., Mathew L. Conventional methods of fertilizer release // Controlled release fertilizers for sustainable agriculture. – Academic Press, 2021. – С. 1-24.

3. Mikkelsen R. L., Roberts T. L. Inputs: potassium sources for agricultural systems // Improving potassium recommendations for agricultural crops. – 2021. – С. 47-74.

4. Карамбахшов, Х.З., Курбонов Ш.А., Холов Х.И., Исмоилова М.С., Самихов Ш.Р. Разработка технологий получения NPK-удобрений на основе фосфоритных концентратов Риватского месторождения // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2025. № 1 (198). С. 98-109.

5. Карамбахшов, Х.З., Курбонов Ш.А., Холов Х.И., Самихов Ш.Р., Сафаров С.Ш. Термодинамический анализ азотнокислотного разложения фосфоритного концентрата Риватского месторождения для производства NPK-удобрений // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2025. № 1 (69). С. 48-54.

PRINCIPAL TECHNOLOGICAL SCHEME OBTAINING NPK FERTILIZER

Kh.Z. Karambakhshov, Sh.A. Kurbonov, Sh.R. Samihzoda, S.Sh. Safarov

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin, National Academy of Sciences of Tajikistan

Abstract. The article summarizes the obtained results of synthesis of granulated NPK fertilizers based on the obtained phosphoric acid taking into account energy and resource conservation. A laboratory technique for obtaining granulated complex fertilizers (NPK) based on acid-treated concentrate has been developed and implemented. The obtained fertilizers have stable physicochemical characteristics that meet the agrochemical requirements for sierozem soils.

Key words: Rivatskoye deposit, phosphorite concentrate, NPK fertilizers, ammonization, process flow chart.



Д.К. Субхонов., М.В. Валиев, А.Шарифов

ЭФФЕКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

*Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана,
г. Душанбе, Республика Таджикистан*

Аннотация. Приведены результаты получения и применения экстрактивных веществ камыша и стеблей хлопчатника в составах гипсовых вяжущих для улучшения параметров их свойств.

Ключевые слова: гипсовые вяжущие, органическая добавка, схватывания гипсового теста, прочность гипсового камня.

Гипсовые вяжущие широко применяются в строительстве для отделочных и декоративных работ и изготовления разных элементов здания. Качество гипсовых изделий в основном зависит от качества применяемого вяжущего. Для улучшения и регулирования параметров свойств гипсовых вяжущих, также и всех видов вяжущих веществ, в их состав вводят модифицирующих добавок органического и минерального происхождения. Эти добавки регулируют водопотребность и сроков схватывания вяжущих, которые затем положительно влияют на повышение прочности, водостойкости и других технических свойств изделий из вяжущих. При оказании положительного эффекта на улучшения качеств строительных изделий важным также является получение данных добавок из местного доступного и дешёвого сырья.

В Таджикистане выращивается хлопок и растёт много камыша. Обычно стебли хлопчатника используются как топливо в сельской местности, а об использовании камыша достоверных информации нет. Вместе с тем, эти оба

органического вида сырья являются потенциальным источником для получения многих полезных веществ, в том числе и органических добавок к вяжущим материалам. В более ранней работе [1] было получено гипсовое вяжущее с использованием щелочного экстракта стеблей хлопчатника (ЩЭСХ), а в работе [2] гипсо-зольное вяжущее с экстрактами растительных веществ, в том числе и камыша. Ниже приводятся результаты исследования свойств гипсового вяжущего марки Г-9 водным, щелочным и кислотным экстрактами камыша и стеблей хлопчатника, полученными согласно технологии [3]. В табл.1 приведены результаты исследования основных свойств гипсового вяжущего марки Г-9 с экстрактами камыша.

Таблица 1. Составы и показатели свойств гипсового вяжущего марки Г-9 без и экстрактами камыша.

№ п/п	Состав гипсового вяжущего, %		Сроки схватывания гипсового теста, мин		Прочность гипсового камня через 24 ч, МПа, на	
	гипс	добавка	начало	конец	изгиб	сжатие
Гипсовое вяжущее без добавки						
1	100	0	20	40	3.7	9.4
Гипсовое вяжущее с добавкой водного экстракта камыша (ВЭК)						
2	100	0.05	30	45	3.8	9.4
3	100	0.1	48	62	3.9	9.5
4	100	0.2	69	82	3.9	9.7
5	100	0.3	92	105	4.1	9.8
6	100	0.4	117	129	4.3	10.0
7	100	0.5	138	154	4.4	10.3
Гипсовое вяжущее с добавкой кислотного экстракта камыша (КЭК)						
8	100	0.05	34	46	3.8	9.4
9	100	0.1	51	62	3.9	9.6
10	100	0.2	79	79	4.2	9.9
11	100	0.3	98	101	4.7	10.2
12	100	0.4	121	124	5.0	10.5
13	100	0.5	140	152	5.3	10.9
Гипсовое вяжущее с добавкой щелочного экстракта камыша (ЩЭК)						
14	100	0.05	39	53	3.9	9.7
15	100	0.1	53	64	4.1	10.1
16	100	0.2	65	77	4.4	10.4
17	100	0.3	76	89	4.5	10.7
18	100	0.4	88	101	4.7	10.9
19	100	0.5	98	112	4.8	11.3

Добавки существенно изменили показатели свойств гипсового вяжущего, т.е. увеличивали время схватывания гипсового теста и прочность гипсового камня. Водяной и кислотный экстракты камыша практически одинаково влияют на показатели свойств вяжущего: сроки схватывания гипсового теста возрастают до 138.....154 мин против 20-40 мин, а прочность гипсового камня: при изгибе до 3.9-5.3 МПа, а при сжатии -до 9.5-10.9 МПа, т.е. соответственно на 43,2% и 16%. Влияние ЩЭК на возрастание сроков схватывания гипсового теста более слабое, чем у предыдущих экстрактов, время схватывания гипса возрастает до 98-112 мин, в то же время, возрастание прочности гипсового камня составляет до 29.7% при изгибе и 20.2% при сжатии.

Аналогичное действие на свойства гипсового вяжущего оказывают экстракты, полученные из стеблей хлопчатника. Время схватывания гипсового, вяжущего с ними, возрастает до 51 73 мин, а прочность гипсового камня: при изгибе на 21.6....40.5%, а при сжатии-на 37.2...68.0% (табл.2). При этом, влияние экстрактов стеблей хлопчатника на возрастание прочности гипсового камня более эффективнее, чем при использовании экстрактов камыша. Следует отметить, что эффективность использования экстрактов стеблей хлопчатника проявляется при

расходах 0.05-0.1% массы вяжущего, когда для экстрактов камыша дозировка добавки составляет 0.1-0.5% массы вяжущего.

Таблица 2. Составы и показатели свойств гипсового вяжущего Г-9 без и с экстрактами стеблей хлопчатника.

№ п/п	Состав гипсового вяжущего, %		Срок схватывание, мин		Прочность гипсового камня через 24 ч, МПа, на	
	гипс	добавка	начало	конец	изгиб	сжатие
Гипсовое вяжущее без добавки						
1	100	0	20	40	3.7	9.4
Гипсовое вяжущее с добавкой водного экстракта стеблей хлопчатника						
2	100	0.03	25	40	4.5	13.6
3	100	0.05	28	42	4.7	14.1
4	100	0.07	31	46	4.9	14.7
5	100	0.1	36	51	5.2	15.2
Гипсовое вяжущее с добавкой кислотного экстракта стеблей хлопчатника						
6	100	0.03	33	42	4.6	14.2
7	100	0.05	42	51	4.7	14.4
8	100	0.07	54	62	4.8	14.6
9	100	0.1	65	73	4.9	14.7
Гипсовое вяжущее с добавкой щелочного экстракта стеблей хлопчатника						
10	100	0.03	47	59	3.8	12.9
11	100	0.05	48	60	3.9	13.5
12	100	0.07	50	62	4.0	14.3
13	100	0.1	51	63	4.1	15.8

Таким образом, использование экстрактивных веществ составов камыша и стеблей хлопчатника существенно улучшает показатели качеств гипсовых вяжущих и изделий. Эти экстракты не дорогие по производству, которое осуществляется по не сложным технологиям.

Литература

1. А.с. №1622320 СССР, МКИ С 04 В 24/18,23.01.91, Бюл. №11, Гипсовое вяжущее/ автор Шарифов А.
2. А.с. №2402018 ТЈ, МПК С 04 В 11/00, 01.04.2025, Бюл. №1591, Смешанное гипсовое вяжущее/ Шарифов А., Субхонов Д.К., Шодиев Г.Г., Хамроев Ф.Б.,
3. Шарифов А., Улукханов А.А., Акрамов А.А., Субхонов Д.К., Растительное сырьё для получения эффективных органических модификаторов вяжущих веществ. - Известия АН РТ, 2016, т. 60, №1,2. с.68 -73.

Субхонов Д.К., Валиев М., Шарифов А.

ИЛОВАГИҲОИ ФОИДАОВАРИ ОРГАНИКӢ БАРОИ ТАНЗИМИ ХОСИЯТҲОИ ЧАСПАНДАҲОИ ГАҶӢ

*Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИТ, ш.Душанбе, Ҷумҳурии
Тоҷикистон*

Аннотатсия. Натиҷаҳои ҳосилкунӣ ва истифодабарии моддаҳои экстрактии қамиш ва пояи пахта дар таркиби часпандаҳои гаҷӣ барои беҳтар намудани нишондиҳандаҳои хосиятҳои онҳо оварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: часпандаи гаҷӣ, иловаи органикӣ, частии хамири гаҷӣ, мустаҳкамии санги гаҷӣ.

Subkhonov D.K., Vosiev M., Sharifov A.

EFFECTIVE ORGANIC ADDITIVES FOR REGULATING THE PROPERTIES OF GYPSUM BINDERS

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin, National Academy of Sciences of Tajikistan

Annotation. The results of obtaining and applying extractive substances of reeds and cotton stalks in gypsum binders to optimize the parameters of their properties are presented.

Keywords: gypsum glue, organic additive, glue for gypsum dough, strength of gypsum stone.

ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Хасанова Нилуфар Хакназаровна

Университета Алфраганус, г. Ташкент, Республики Узбекистан. E-mail:

nilufarxasanova@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные проблемы химической экологии, связанные с антропогенным загрязнением атмосферы, гидросферы и литосферы токсичными химическими соединениями, тяжёлыми металлами, стойкими органическими загрязнителями и бытовыми отходами. Особое внимание уделено методам исследования и мониторинга состояния окружающей среды, включая спектроскопию, хроматографию, масс-спектрометрию, биоиндикацию и калометрический анализ. Рассмотрены современные подходы к очистке природных сред с использованием сорбционных материалов, фотокатализа и биоремедиации, а также роль «зелёной химии» и безотходных технологий в обеспечении устойчивого развития. В результате анализа выявлены перспективные направления развития химической экологии, среди которых создание новых методов мониторинга, интеграция экологической химии с биотехнологиями и внедрение принципов циркулярной экономики.

Ключевые слова: химическая экология, загрязнение окружающей среды, зелёная химия, биоремедиация, устойчивое развитие.

Введение

Химическая экология является междисциплинарным направлением, находящимся на стыке химии, экологии, биологии и географии. Она изучает химические процессы, происходящие в биосфере, миграцию и трансформацию веществ, а также их влияние на живые организмы и экосистемы.

Современное развитие промышленности, сельского хозяйства и энергетики сопровождается ростом загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами, пестицидами, стойкими органическими загрязнителями, микропластиком. Это приводит к нарушению природных циклов вещества и энергии, деградации экосистем, снижению биоразнообразия и угрозам здоровью человека.

Цель исследования – систематизировать современные проблемы химической экологии, рассмотреть методы её изучения и обозначить перспективы дальнейшего развития.

Методы исследования

1. **Анализ научной литературы** по вопросам химической экологии (2015–2024 гг.).
2. **Сравнительно-экологический метод** – выявление различий и сходств в воздействии различных химических веществ на экосистемы.
3. **Калометрический подход** – количественная оценка уровня загрязнения и его влияния на качество окружающей среды.

4. **Инструментальные методы анализа:** спектроскопия, хроматография, масс-спектрометрия, электрохимические методы, биоиндикация.

Результаты и обсуждение

1. Основные источники химического загрязнения

- **Промышленность:** выбросы тяжёлых металлов (Hg, Pb, Cd, Cr).
- **Сельское хозяйство:** пестициды, гербициды, удобрения.
- **Энергетика:** выбросы оксидов азота, серы, углерода, микрочастицы.
- **Бытовые отходы:** микропластик, фармацевтические препараты, моющие средства.

2. Пути миграции загрязнителей

- **Атмосфера:** формирование фотохимического смога, кислотных дождей, разрушение озонового слоя.
- **Гидросфера:** эвтрофикация, химическое загрязнение рек и морей, накопление в гидробионтах.
- **Литосфера:** деградация почв, накопление тяжёлых металлов, потеря плодородия.

3. Воздействие на человека

- Нарушение биохимических циклов (азота, углерода, серы, фосфора).
- Биомagnификация (накопление токсикантов по пищевой цепи).
- Рост онкологических и генетических заболеваний у человека.
- Уменьшение биоразнообразия, исчезновение видов.

4. Методы решения экологических проблем

- **Мониторинг загрязнений:** системы GIS, дистанционное зондирование, биоиндикация.
- **Очистка среды:** сорбционные материалы, фотокатализ, биоремедиация.
- **Зелёная химия:** создание экологически безопасных технологий.
- **Управление отходами:** переработка, вторичное использование, внедрение безотходных технологий.

Заключение

Химическая экология формирует научную основу для понимания процессов загрязнения, их последствий и путей решения экологических проблем. Сегодня приоритетными направлениями являются:

1. Разработка новых методов экологического мониторинга.
2. Применение зелёной химии и биотехнологий для очистки среды.
3. Междисциплинарные исследования, объединяющие химию, экологию, медицину и информационные технологии.
4. Воспитание экологической культуры и формирование устойчивого развития общества.

Литература

1. Соколова С.А. Экологическая химия. 2021.
2. Е. И. Тарун, Н. А. Слобода, С. Н. Шахаб/ Экологическая химия: учеб.-метод. пособие.
3. P.T. Anastas, J.C. Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30.
4. Ryoji Noyori. Pursuing practical elegance in chemical synthesis. Chemical Communications, 2005, (14), p.1807—1811.

CHEMICAL ECOLOGY: PROBLEMS, METHODS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Khasanova Nilufar Khaknazarovna

Alfraganus University, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract. The article examines the key issues of chemical ecology related to anthropogenic pollution of the atmosphere, hydrosphere, and lithosphere by toxic chemical compounds, heavy metals, persistent organic pollutants, and household waste. Particular attention is paid to methods of environmental monitoring and research, including spectroscopy, chromatography, mass spectrometry, bioindication, and qualimetric analysis. Modern approaches to environmental remediation are discussed, such as the use of sorbent materials, photocatalysis, and bioremediation, as well as the role of green chemistry and waste-free technologies in achieving sustainable development. As a result of the analysis, the most promising directions for the development of chemical ecology are identified, including the creation of innovative monitoring methods, integration of environmental chemistry with biotechnology, and the implementation of circular economy principles.

Keywords: chemical ecology, environmental pollution, green chemistry, bioremediation, sustainable development.

ЭЛЕКТРОХИМИКО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТИОСУЛЬФАТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА

Х.И. Холов, Ш.Р. Самихов

Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ, г. Душанбе, Республика
Таджикистан, E-mail: Kholmahmad90@mail.ru

Аннотация. Тиосульфатное выщелачивание золота рассматривается как перспективная альтернатива цианированию благодаря меньшей токсичности реагента и его селективности в отношении упорных руд. Электрохимико-каталитический механизм основан на участии медно-аммиачных комплексов, ускоряющих растворение золота. Установлено, что в аммиачной среде тиосульфат подвержен разложению с образованием политионатов, серы и сульфидов, пассивирующих поверхность металла. Существенное влияние оказывают сопутствующие сульфидные минералы (пирит, арсенопирит и др.), катализирующие распад реагента и снижающие эффективность процесса. Обобщены ключевые проблемы и предложены пути оптимизации условий, направленные на повышение устойчивости тиосульфата и извлечения золота из руд Пакрутского и Тутлинского месторождений Таджикистана.

Ключевые слова: золото, выщелачивание, тиосульфат, медь, аммиак, политионаты, пирит.

Цианирование на протяжении более ста лет являлось основным методом извлечения золота, однако его высокая токсичность и ограниченная эффективность при переработке упорных руд вызвали необходимость поиска альтернативных технологий. Среди различных реагентов наибольшее внимание привлекает аммиачно-тиосульфатная система, отличающаяся меньшей экологической опасностью, высокой селективностью и доступностью. Механизм растворения золота в этой среде связан с участием комплексов меди и аммиака, которые значительно ускоряют процесс [1]. Дополнительным фактором усложнения являются сопутствующие сульфидные минералы (пирит, арсенопирит и др.), которые влияют на устойчивость тиосульфата и снижают эффективность извлечения золота. В связи с этим исследования тиосульфатного выщелачивания приобретают важное значение, в том числе при изучении руд Пакрутского и Тутлинского месторождений Таджикистана [2].

Растворение золота в аммиачно-тиосульфатной среде протекает по электрохимическому механизму (рисунок 1), включающему окисление золота на аноде и восстановление кислорода на катоде. В отсутствие катализаторов реакция идёт медленно, но в присутствии ионов меди и аммиака скорость возрастает в 18–20 раз [3]. Комплекс $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ стабилизирует Cu(II) в щелочной среде и катализирует образование устойчивого комплекса $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$.

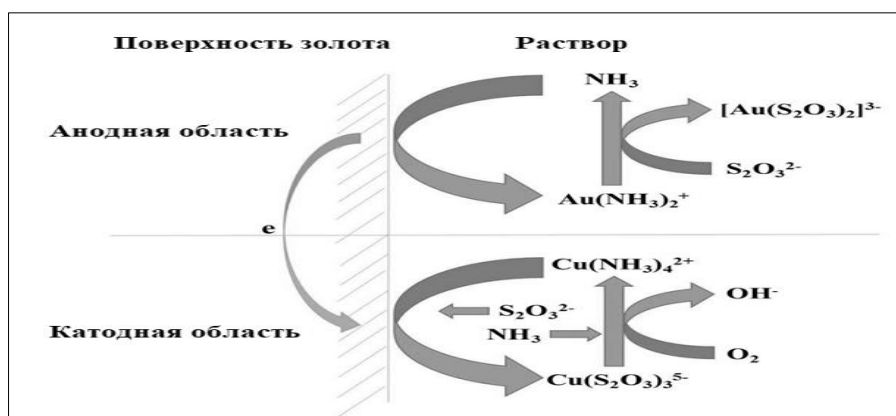
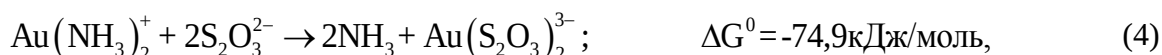


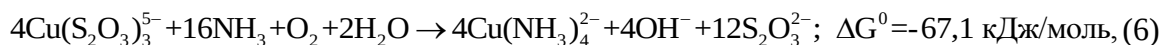
Рис. 1. Схематическая карта электрохимико-каталитического механизма выщелачивания тиосульфата



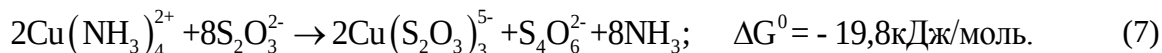
Анодные реакции:



Катодные реакции:



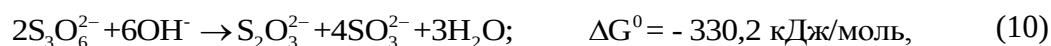
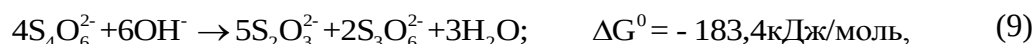
Дополнительно $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ катализирует окисление тиосульфата до $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$:



Медно-аммиакатные комплексы с одной стороны ускоряют растворение золота, а с другой — интенсифицируют разложение тиосульфата, что увеличивает его расход.

Тиосульфат в аммиачной среде является метастабильным и склонен к окислению с образованием промежуточных продуктов ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, $\text{S}_3\text{O}_6^{2-}$, SO_3^{2-}), а конечным продуктом выступает SO_4^{2-} . Упрощённый путь его разложения показан на рисунок 2, а механизм окисления при участии $\text{Cu}(\text{II})$ — на рисунок 3 [2].

Основные реакции:



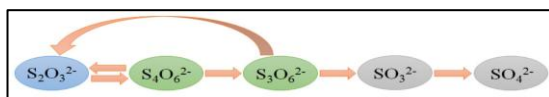


Рис. 2. Упрощенный способ разложения тиосульфата

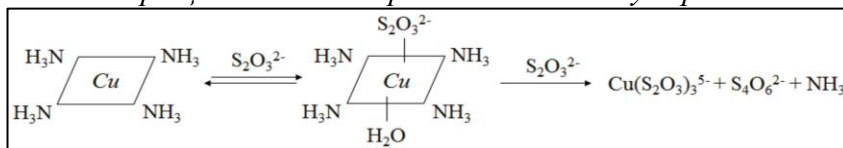


Рис. 3. Окисление тиосульфата Cu (II) с образованием $\text{Cu (NH}_3)_4\text{S}_2\text{O}_3$

Элементарная сера и сульфиды, образующиеся в процессе, осаждаются на поверхности золота и пассивируют его растворение. Кроме того, продукты разложения (политионаты) способны связывать комплекс $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ из ионообменных смол, снижая эффективность извлечения золота. Таким образом, разложение тиосульфата не только повышает расход реагента, но и препятствует процессу выщелачивания.

Наличие сопутствующих сульфидных минералов оказывает существенное влияние на устойчивость тиосульфата и процесс растворения золота. Установлено, что пирит и гематит катализируют окисление и разложение тиосульфата, а также ускоряют его расход [1,2]. Сравнение показало, что каталитический эффект пирита выражен сильнее, чем у арсенопирита, пирротина и халькопирита.

Механизм катализа пиритом объясняется его зонной структурой: тиосульфат адсорбируется на поверхности минерала, далее электроны передаются через зону проводимости к катодным областям, где принимаются кислородом или комплексом $\text{Cu (II)}-\text{NH}_3$. Схематически процесс показан на рисунок 4.

Скорости потребления тиосульфата в присутствии различных минералов убывают в ряду: **пирит** > **арсенопирит** > **халькопирит** > **галенит** > **сфалерит**,

а скорость растворения золота изменяется в последовательности: **сфалерит** > **арсенопирит** > **пирит** > **галенит** > **халькопирит**.

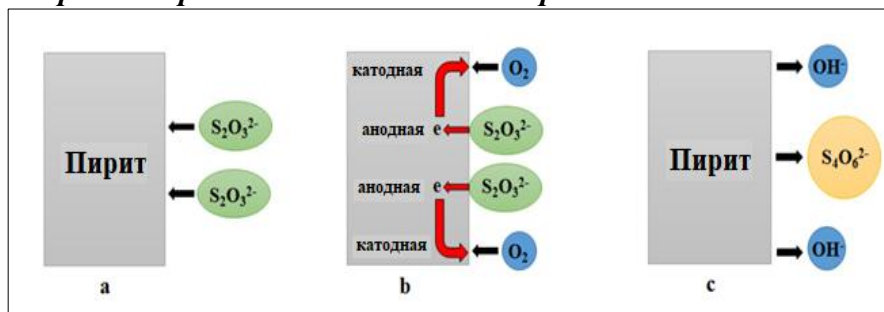


Рис. 4. Ступенчатое окисление тиосульфата под действием пирита: (а) адсорбция ионов $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$; (б) перенос электронов через зону проводимости минерала; (в) образование продуктов реакции

Сульфидные минералы не только катализируют окисление тиосульфата, но и пассивируют поверхность золота продуктами его разложения, что снижает эффективность выщелачивания.

Заключение

Тиосульфатное выщелачивание является более экологичной альтернативой цианированию и перспективно для переработки упорных руд. Основные трудности связаны с разложением тиосульфата и влиянием сопутствующих минералов. Оптимизация условий процесса и контроль параметров среды способны повысить устойчивость реагента и эффективность извлечения золота, что открывает возможности промышленного применения в условиях ограничений на использование цианида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grosse A.C., Dicoski G.W., Shaw M.J., Haddad P.R. Leaching and recovery of gold using ammoniacal thiosulfate leach liquors (a review). Hydrometallurgy. - 2003, 69, 1-21.

2. Холов Х.И., Шарифбоев Н.Т., Самихов Ш.Р., Джуракулов Ш.Р., Эшонова Ф. Химизм процесса растворения золота и серебра цианидом и тиосульфатом. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2024. № 4 (68). С. 134-139.

3. Molleman E., Dreisinger D. The treatment of copper-gold ores by ammonium thiosulfate leaching. Hydrometallurgy. 2002, 66, 1-21.

ҶАНБАҲОИ ЭЛЕКТРОХИМИЯВӢ-КАТАЛИТИКИИ ШУСТАШАВИИ ТИЛЛОИ ТИОСУЛЬФАТ

Х.И. Холов, Ш.Р. Самихов

*Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИТ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии
Тоҷикистон*

Аннотатсия. Ишқорони тилло бо тиосульфат ҳамчун алтернативаи умедбахш ба сианидкунонӣ арзёбӣ мешавад, зеро он захрнокии камтар ва селективияти беиштар нисбат ба маъданҳои душворкоркард дорад. Механизми электрохимиявӣ-каталитикӣ ба иштироқи комплексҳои мис-аммиак асос ёфтааст, ки ҳашиавии тиллоро метезонанд. Муайян карда шудааст, ки тиосульфат дар муҳити аммиакӣ ба таназзул майл дошта, политионатҳо, сульфур ва сульфидҳо ҳосил менамояд, ки рӯи металро руйпуш мекунад. Минералҳои ҳамроҳи сульфидӣ (пирит, арсенопирит ва ғ.) таъсири назаррас доранд, зеро таназзули реактивро метезонанд ва самаранокии равандро коҳиш медиҳанд. Масоили калидӣ ҷамъбаст гардида, роҳҳои беҳсозии шароит пешниҳод шудаанд, ки ба баланд бардоштани устувории тиосульфат ва коркарди тилло аз маъданҳои Пакрут ва Тутли равона шудаанд.

Калидвожаҳо: тилло, ишқоронӣ, тиосульфат, мис, аммиак, политионатҳо, пирит.

ELECTROCHEMICAL AND CATALYTIC ASPECTS OF THIOSULFATE GOLD LEACHING

Kh.I. Kholov, S.R. Samikhov

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of
Tajikistan*

Annotation. Thiosulfate leaching of gold is considered a promising alternative to cyanidation due to the lower toxicity of the reagent and its selectivity toward refractory ores. The electrochemical–catalytic mechanism is based on the participation of copper–ammonia complexes, which accelerate the dissolution of gold. It has been established that in an ammoniacal medium, thiosulfate undergoes decomposition, forming polythionates, sulfur, and sulfides that passivate the metal surface. Associated sulfide minerals (pyrite, arsenopyrite, etc.) have a significant impact, as they catalyze reagent breakdown and reduce process efficiency. Key challenges are summarized, and optimization approaches are proposed to improve thiosulfate stability and gold recovery from ores of the Pakrut and Tutli deposits in Tajikistan.

Keywords: gold, leaching, thiosulfate, copper, ammonia, polythionates, pyrite.

.....

ТАҲИЯИ НАҚШАИ ТЕХНОЛОГИЯИ ҒАНИГАРДОНИИ МАЪДАНИ СУЛФИДИИ СУРМАЮ ТИЛЛОДОР

А.И. Шамсиддинов, М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихзода

*Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш.
Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, E-mail: samikhov72@mail.ru*

Аннотатсия: дар ин мақола таҳқиқотҳо оид ба коркарди тартиботи реагентӣ барои флотатсия ғанигардонии маъданҳои сурма-тиллодори кони Канчоч баррасӣ мешаванд. Натиҷаи тадқиқоти гузаронидашуда ба коркарди хати технологӣ, ки имкон медиҳад, концентрати сурмадор бо миқдори 34,5 % ва ҷудошавии сурма дар он 70,3 %-ро таъшиқ диҳад.

Калидвожаҳо: флотатсия, сурма, концентрат, ксантогенати бутилӣ, коркард, ҷудошавии металлҳо, нитрати сурб, микроскопи электронӣ.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНА ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУД СУРЬМЫ И ЗОЛОТА

А.И. Шамсиддинов, М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихзода

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистан. г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация: в данной статье рассматриваются исследования по разработке реагентного режима флотационного обогащения сурьмяно-золотосодержащих руд Канчочского месторождения. Итогом проведённого исследования стала разработка технологической схемы, позволяющей получать сурьмяный концентрат с содержанием 34,5 % и извлечением в него сурьмы-70,3 %.

Ключевые слова: флотация, сурьма, концентрат, бутилового ксантогената, переработка, извлечение металлов, азотнокислого свинца, электронный микроскоп.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL PLAN FOR THE ENRICHMENT OF SULFIDE ORES OF ANTIMONY AND GOLD

A.I. Shamsiddinov, M.S. Ismoilova, S.R. Samikhzoda

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Abstract: this article discusses the research on the development of a reagent mode for flotation enrichment of antimony-gold-bearing ores of the Kanchoch deposit. The result of the study was the development of a process flowsheet that allows obtaining antimony concentrate with a content of 34,5 % and extracting 70,3 % of antimony into it.

Key words: flotation, antimony, concentrate, butyl xanthate, processing, extraction of metals, lead nitrate, electron microscope.

Маъдани сурмадор вобаста ба таркиб ва хусусиятҳои минералиаш ба навъҳои зерин тақсим мешавад: маъданҳои сурмадори хос ва мураккаб. Дар таркиби маъданҳои сурма асосан оксидҳои сурма ва антимонит мавҷуданд, ки асосан бо стибиконит, валентинит, кермезит, гидроромеит ва ғайра ифода карда мешаванд. Минералҳои охири ба маъданҳои минтақаи оксидшуда дохил мешаванд ва дар баробари сульфидҳо дар минтақаи омехтаи сулфидию оксидӣ қонҳои сурма ҷойгиранд [1-5].

Дар асоси таҳлили химиявии маъдани кони Канчоч компонентҳои зерин муайян карда шуданд (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1. Натиҷаи таҳлили химиявии маъдани ибтидоӣ

Компонентҳо	Миқдор, %
SiO ₂	62,55
Al ₂ O ₃	11,96
Fe ₂ O ₃	3,84
FeO	2,10
MnO	0,02
TiO ₂	0,46
MgO	1,82

CaO	2,23
K ₂ O	1,34
Na ₂ O	0,90
P ₂ O ₅	0,19
S _{ум.}	0,09
CO ₂	1,46
Sb	2,80
Hg	0,07
Au	3,1 г/т
Ag	1,7 г/т
т.д.о. «п.п.п.»	8,17
Ҳамагӣ	100

Дар асоси омӯзиши таркиби модии маъдан маълум шуд, ки яке аз чузъҳои пурарзиши сазовори аҳамияти саноатидошта ин тилло мебошад, ки қисман дар ҳолати озод, инчунин дар шакли хеле хурд дар арсенопирит ва дар пайвастаҳои кварс бо арсенопирит мавҷуд аст.

Таҳлили элакии тақсими сурма аз рӯи синфҳои андозаи маъдан нишон медиҳад, ки баромади максималӣ (26,8%) ба синфи калонии «-2,0+1,0 мм» рост меояд. Аммо концентратсияи сурма дар синфҳои хурдтар меафзояд. Аз ҷумла, дар синфи - 0,063 мм сурма 4,7 %-ро ташкил медиҳад ва маҳз дар ҳамин синф 26,5 % аз миқдори умумии металл ҷамъ шудааст (ҷадвали 2). Ин натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки синфҳои хурдтари маъдан концентратсияи баланди сурма доранд, ки ин метавонад ҳангоми интиҳоби технологияи оптималии ғанигардонӣ муҳим бошад.

Ҷадвали 2. Тақсими сурма аз рӯи синфҳои андозаи маъдан

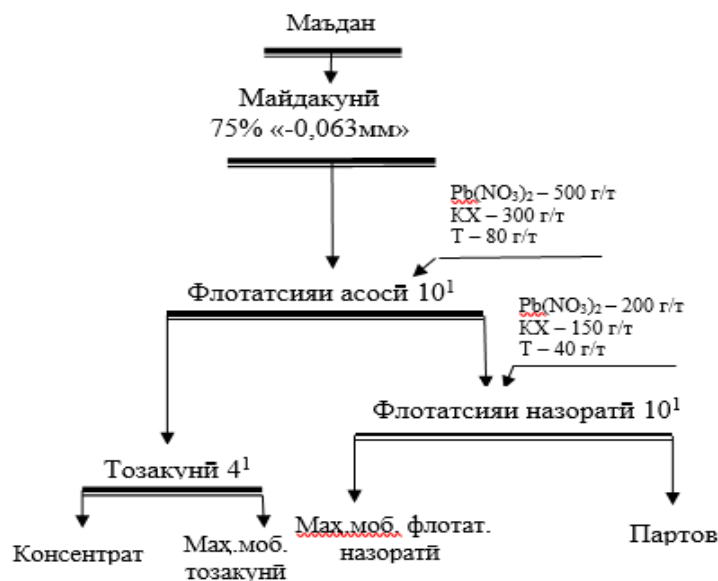
Калонии синф (мм)	Баромад		Миқдори Sb, %	Тақсими Sb аз рӯи синф, %	Тақсими умумӣ Sb Аз рӯи синф, %
	г	%			
-2,0+1,0	26,8	26,8	1,86	19,0	19,0
-1,0+0,63	16,1	42,9	1,53	9,4	28,4
-0,63+0,315	15,7	58,6	1,77	10,6	39,0
-0,315+0,125	14,2	72,8	3,15	17,0	56,0
-0,125+0,063	12,5	85,3	3,69	17,5	73,5
-0,063	14,7	100	4,74	26,5	100
Маъдани ибтидоӣ	100		2,8	100	

Барои иҷрои вазифае, ки дар назди мо гузошта шуда буд ин кор карда баромадани тартиботи технологияи флотатсияи маъдани кони Канчоч буд.

Барои гузарондани тадқиқот таҷрибаҳои пешакӣ оид ба майдакунии маъдан гузаронда шуд. Намунаҳои маъданро дар муҳлатҳои гуногуни майдакунӣ майда карда шуд. Дар ин ҳолат шартҳои зерин иҷро карда шуданд: намунаи маъдан - 250 грамм, таносуби С: М: САҚ - 1:1:6. Вақти майдакунӣ аз 10 то 30 дақиқа тағйир дода шуд. Барои омӯзиши минбаъда вақти майдакунӣ 20 дақиқа гирифта шуд, ки ба 75 % синфи «-0,063 мм» рост меояд. Тадқиқоти пешакӣ флотатсия аз рӯи нақша (расми 2) гузаронида шуд, ки флотатсияи асосӣ ва назоратиро дар бар мегирад. Вақти ҳар кадоми флотатсияи асосӣ ва назоратӣ 10 дақиқа буд.

Натиҷаи таҷрибаҳои флотатсияи маъдани кони Канчоч дар ҷадвали 3 оварда шудааст. Сарфи нитрати сурб 500 г/т, сарфи ксантогенати бутиль аз 150 то 300 г/т ва Т-80 ҳамчун реагенти кафккунанда истифода шуд.

Ҳамин тавр, концентрати сурма бо таркиби 34,5 % ва ҷудошавии сурма дар он 70,3 % ба даст оварда шуд.



Расми 2. Нақшаи таҳқиқоти пешакии флотатсия

Ҳамин тавр, таркиби химиявӣ минералогии маъдан омӯхта, дар маъдани ибтидоии сурмадори кони Канчоч, ғанигардонии флотатсионӣ гузаронда шуд. Усули оптималии реагентии раванди флотатсионӣ кор карда баромада шуд, ки барои ба даст овардани концентрати кондитсионӣ бо миқдори 40,13 % ва ҷудошавии 75,61 % сурма дар концентрат имконият медиҳад.

Ҷадвали 3. Натиҷаи флотатсияи маъдани сурмадори кони Канчоч

Номгӯи маҳсулотҳо	Баромад, %	Миқдори Sb, %	Ҷудошавии Sb, %	Сарфи фаъолкунанда, г/л
Концентрат	5,68	34,52	70,32	Нитрати сурб - 500
Маҳ.моб.тозакуни	2,58	3,68	3,40	
Маҳ.моб.назоратӣ	3,54	2,51	3,19	
Партов	88,20	0,73	23,09	
Маъдан	100	2,79	100	Нитрати сурб - 500
Концентрат	6,12	39,32	74,55	
Маҳ.моб.тозакуни	2,88	3,44	3,65	
Маҳ.моб.назоратӣ	4,06	2,97	4,05	
Партов	86,94	0,58	17,75	Купороси мис - 500
Маъдан	100	2,82	100	
Концентрат	5,43	40,13	75,61	
Маҳ.моб.тозакуни	3,04	3,97	4,19	
Маҳ.моб.назоратӣ	3,91	3,24	4,39	Купороси мис - 500
Партов	87,62	0,52	15,81	
Маъдан	100	2,98	100	

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшков Е.Н., Ликорчук Н.В. Отчет по поисковым и геолого-геохимическим работам за 1972-1974 гг в Канчочском рудном районе // Фонды ТГУ, 1974.
2. Самихов Ш.Р., Холов Х.И., Зинченко З.А. Технология обогащения руд нижних горизонтов Джижикрутского месторождения // Доклады АН РТ. 2017. Том 60. - №10 - С. 533-538.
3. Majzlan J. Primary and secondary minerals of antimony // Antimony. 2021. P. 17–47. URL: <https://doi.org/10.1515/9783110668711-002>.

4. Chen J., Huang Z. L., Yang R. D., Du L. J., Liao M. Y. Gold and antimony metallogenic relations and ore-forming process of Qinglong Sb (Au) deposit in Youjiang basin, SW China: sul.de trace elements and sulfur isotopes // Geoscience Frontiers. 2021. No. 12. P. 605–623.

5. Вазиров К. В. Особенности положения Кончочского рудного поля в региональных тектонических структурах Зеравшано-Гиссарского сурьмяно-ртутного пояса как фактор его многокомпонентности // Доклады НАНТ. 2007. Т. 50. № 2-8. С. 151–158.



ОМУХТАНИ УСУЛҲОИ НАВИ ТОЗАКУНИИ ОБ АЗ НАФТ ВА ИДОРАКУНИИ ПАРТОВҲО

Домуллоева М.Т., Мирбобоев Ш. Ч.

Институти кӯҳӣ-металлургии Тоҷикистон

Аннотатсия: Дар мақола усулҳои тозакунии об аз нафт ва истифодаи дубораи нафтродар бар мегирад мебошад. Усулҳои гуногуни тозакунии об, аз ҷумла биоремедиация, мембранӣ, адсорбсия ва оксидкунии пеишрафта, ки барои тоза кардани нафт ва дигар ифлоскунандаҳои органикӣ истифода мешаванд. Баъд аз ҷудо кардани нафт, ин маҳсулот метавонанд дар соҳаҳои гуногун, аз қабилӣ энергетика, саноат, сохтмон ва нақлиёт истифода шаванд.

Калидвожаҳо: тозакунии об ва нафт, ҳифзи муҳити зист, партов, адсорбсия, мембрана, коагулятсия, флокулятсия, идоракунии партовҳо, безараргардонӣ.

ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ И УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Домуллоева М.Т., Мирбобоев Ш. Дж.

Горно-металлургический институт Таджикистана

Аннотация: Настоящая статья посвящена исследованию методов очистки воды от нефти и повторного использования нефти после отделения от нее. Статья посвящена различным методам очистки воды, в том числе мембранной, адсорбции. После выделения нефти эти продукты могут быть использованы в различных отраслях, таких как: энергетика, промышленность, строительство и транспорт.

Ключевые слова: очистка вода и нефть, охрана окружающей среды, отход, адсорбция, мембрана, коагуляция, флокуляция, управление отходами, обезвреживание.

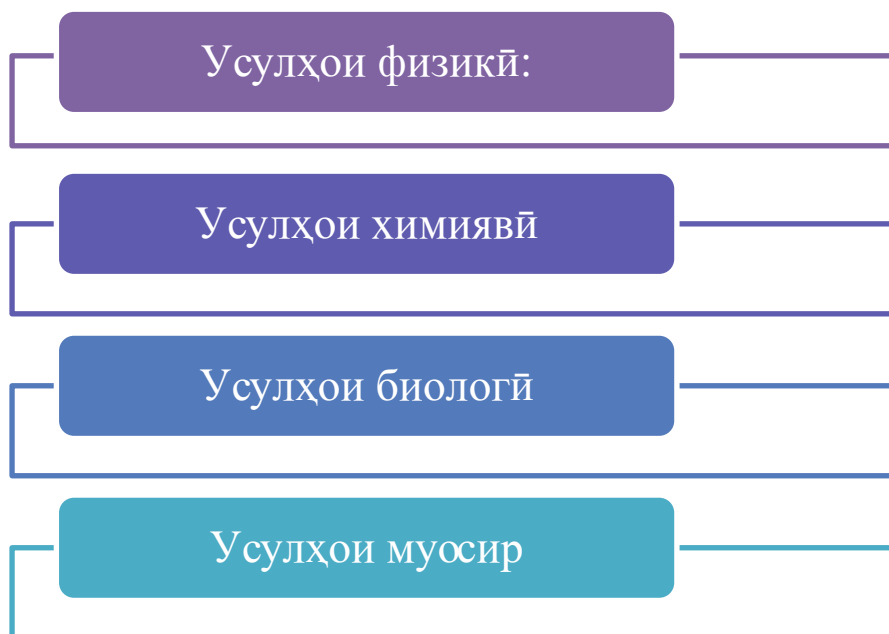
Дар шароити муосир рушди босуръати саноат ва истихроҷи захираҳои табиӣ ба мушкилоти ҷиддӣ ба муҳит таъсири калон расонида истодааст. Яке аз масъалаҳои мубрам ин ҳифзи муҳити зист ва истифодаи оқилонаи захираҳои обӣ аҳамияти аввалиндараҷа мебошад. Яке аз таҳдидҳои асосӣ ба таъсири муҳити зист, ифлосшавии об бо таъсири маҳсулоти нафть ва партовҳои саноатӣ мебошад, ки оқибатҳои вазнине ба саломатии инсон ва экосистемаҳои табиӣ мерасонанд.

Бо дарназардошти ин, омӯзиш ва татбиқи усулҳои самараноки тозакунии об аз нафт, инчунин роҳҳои муосири идоракунии партовҳо, ҳамчун яке аз роҳҳои асосии ҳифзи муҳити зист ва рушди устувор мебошад. Технологияҳои нав аз ҷумла биотозакунӣ, нанофилтрҳо ва системаҳои мониторинг имкон медиҳанд, ки обу муҳити атроф аз таъсири манфии ифлоскунандаҳо ҳифз карда шаванд.

Ин мавзӯ на танҳо аз ҷиҳати илмӣ муҳити зист, балки аз назари иқтисодӣ ва иҷтимоӣ низ муҳим мебошад. Зеро оби тоза ва муҳити солим пояи ҳаёти инсон ва рушди ҷомеа маҳсуб меёбанд. Ҳифзи захираҳои обӣ ва роҳҳои истифодаи оқилонаи онҳо дар шароити муосир бо афзоиши истихроҷ ва ифлосшавии манбаъҳои обӣ хеле муҳим гардидаанд. Махсусан, оби ифлосшуда бо нафт ва моддаҳои нафтивӣ, ки дар натиҷаи фаъолияти саноатӣ, нақлиёт ва дигар манбаъҳои инсонӣ ба муҳити зист ворид мешавад, таҳдиди ҷиддӣ барои экосистемаи табиӣ ва саломатии инсон ба вучуд меорад.

Истифодаи дубораи оби тоза пас аз тозакунии он аз нафт дар соҳаҳои гуногун, аз қабилӣ кишоварзӣ, саноат ва дигар соҳаҳо обҳои техники истифода бурда мешавад.

Усулҳои нави тозакунии об аз нафт. Омӯхтани усулҳои нави тозакунии об аз нафт ба якчанд усулҳо ҷудо мешавад. Дар поён якчанд усулҳои муосир ва самарабахши тозакунии об оварда шудааст:



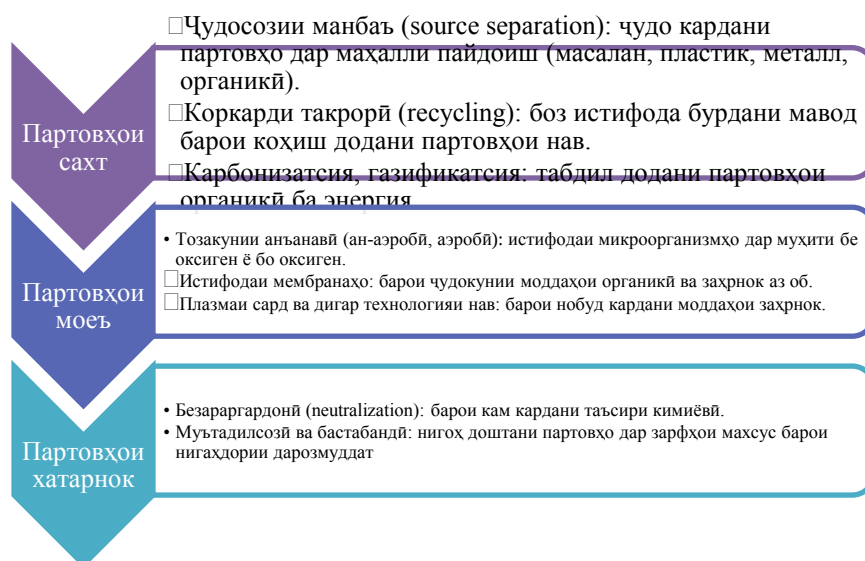
Расми 1. Усулҳои тозакунии об аз нафт

Истифодаи скимерҳо – ин дастгоҳҳо равшан ё нафтро аз рӯи сатҳи об ҷудо мекунанд. Сепараторҳои нафт-об – дар саноати нафту газ маълуманд, ки об ва нафтро бо фарқи зичӣ ҷудо мекунанд. Филтратсия – истифодаи филтрҳои махсус барои нигоҳ доштани қатраҳои майдаи нафт.

Коагулянт ва флокулянтҳо – ин барои ҷудо кардани зарраҳои хурди нафт, ки дар об ҳал шуданд. Эмулсияшиканҳо – ин ҷудо кардани об ва нафт аз эмулсияҳои устувор мебошад.

Микроорганизмҳо – ин истифодаи бактерияҳои махсус, ки нафтро ба моддаҳои безарар табдил медиҳанд. Системаҳои биореактор – ин муҳити идорашаванда барои парвариши микроорганизмҳо хизмат мекунад.

Нанотехнологияҳо – ин истифодаи нанофилтрҳо ва наномавод барои ҷудокунии қатраҳои хеле хурди нафт мебошад. Фотокатализ – ин тозакунии об тавассути нурҳои ултрабунафш ва катализаторҳо ба ҳисоб меравад. [1]



Расми 2. Намудҳои идоракунии партовҳо

Усулҳои нави тозакунии об аз нафт яке аз технологияи ҳифзи муҳити зист мебошад, ки бо таҳаввулоти саноатӣ ва афзоиши ихроҷи нафт ва маҳсулоти нафтӣ ба муҳити атроф алоқаманд аст. Технологияҳои нави тозакунии об аз ифлосшавии нафт ва моддаҳои нафтӣ тоза карда мешавад. Баъзе усулҳои асосии тозакунии об аз нафт дар ҳолати имрӯза чунинҳоянд:

Усули биоремедиатсия – ин раванDEST, ки дар он микроорганизмҳои моддаҳои нафтиро вайрон намуда ба моддаҳои ками зараровар табдил медиҳанд. Ин усул на танҳо самаранок балки экологӣ низ мебошанд, зеро он истифодаи микроорганизмҳои табииро барои шикастани молекулаҳои нафт ва дигар ифлоскунандаҳо дар об таъмин мекунанд.

Ба мисоли бактерияҳо ва микроорганизмҳои вайроншавандаи нафт, ки дар обҳои ифлосшуда қувваи худро гум намуда дар табиат бар гардад ва ба чудо кардани нафт кӯмак кунанд.

Усули **мембранӣ бошад** бо истифода аз мембранаҳои махсуси нанотехнологии хеле самаранок барои тоза кардани об аз нафт ба шумор меравад. Мембранаҳо моддаҳои ифлоскунанда (мисли нафт) ва бактерияҳо, намакҳои маъданиро тавассути осонтар интиқол чудо мекунанд.

Нанотехнология ва **ультрафилтратсия** махсусан барои тоза кардани оби ифлосшуда бо нафт ва дигар моддаҳои органикӣ мебошанд.

Усули адсорбсионӣ ин раванDEST, ки дар он молекулаҳои нафт ба сатҳи муайян, ки онро адсорбент меноманд, ҷалб мешаванд. Маводи адсорбентӣ, ба монанди ангишт ё графен, молекулаҳои нафтро ба сатҳи худ ҷабда ва онҳоро дар фуруровии об нигоҳ медоранд. **Масалан:** ангишти фаъол ҳамчун маводи адсорбентӣ барои тоза кардани нафт аз об истифода мешаванд.

Усулҳои коагулятсия ва флокулятсия раванDEST мебошанд, ки дар онҳо маводҳои кимиёвӣ барои якҷоя намудани зарраҳои нафт дар об истифода мешаванд. Ин зарраҳои нафт тавассути коагулянтҳо (мисли алюминии сулфат) ва флокулянтҳо (мисли полиакриламид) ба як ҷой ҷамъ мешаванд.

Технологияҳои оксидкунӣ ин усули барои вайрон намудани нафт истифода мебаранд. Ин усули мазкур самаранок барои тоза кардани оби ифлосшуда мебошад. Технологияи оксидкунии метавонад бо истифода аз озон, пероксиди гидроген ва радиатсияи ультрабунафш барои вайрон намудани нафт истифода хоҳад кард.

Усули нанотехнология як роҳи нав барои тоза кардани оби нафтӣ ба шумор меравад ва монанди нуқра ё оксиди титан, метавонанд молекулаҳои нафтро бо истифода аз адсорбентҳо бо ғуруҳи реаксияҳои кимиёвӣ чудо менамоянд. Ин усул дар асоси қобилиятҳои махсуси наноматериалҳо барои таркиби кимиёвии об истифода мешавад. [2]

Дар айни замон барои тозакунии об аз нафт усулҳо хеле зиёд мебошад. Барои интиҳоби ин усулҳои дар боло зикршуда пеш аз ҳама таркиби об ва нафт, тағйирёбии он мукамал омӯхтан лозим мебошад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамаи қонҳои нафтӣ ва газӣ дар марҳилаи охирин қарор дорад. Зиёда аз 80 фоизи ҷоҳҳои нафт обнокиаш хеле ва хеле зиёд гардидааст.

Хулоса.

Истифодаи нафт баъди чудо кардан аз об як ҷузъи муҳими раванDESTи саноати нафту газ ба ҳисоб меравад. Нафти тоза ва беоб, баъди коркард, барои истеҳсоли сӯзишворӣ, моддаҳои кимиёвӣ, рағанҳои молиданӣ ва дигар маҳсулоти нафтохимиявӣ истифода мешавад. Чудо кардани об на танҳо сифати нафтро баланд мебардорад, балки барои самаранокӣ истеҳсол ва ҳифзи муҳити зист низ муҳим аст. Бо истифодаи технологияҳои муосир метавон раванDESTро беҳтар намуда, истифодаи оқилонаи захираҳои табииро таъмин кард. Дар шароити муосир, ки ҷаҳон ба сӯи энергетикаи устувор ҳаракат мекунад, коркарди дуруст ва истифодаи оқилонаи нафти тоза нақши асосиро мебозад. Истифодаи дубораи об пас аз тоза кардан аз нафт як роҳкор муҳим барои ҳифзи муҳити зист ва сарфаи захираҳои об мебошад. Технологияҳои самаранокӣ тозакунии об, аз ҷумла биоремедиатсия,

мембранӣ, адсорбсия ва оксидкунии пешрафта, имкон медиҳанд, ки оби ифлосшуда бо нафт дубора барои мақсадҳои гуногун, аз қабili кишоварзӣ, саноат ва дигар соҳаҳо истифода шавад. Ин усулҳо кӯмак мерасонанд, ки на танҳо миқдори оби шодоб дар соҳаҳои мухталиф кам шавад, балки таъсири манфии ифлосшавии муҳити зист низ коҳиш ёбад. Истифодаи дубораи оби тоза, ки аз нафт шикаст ёфтааст, ба беҳбудии устувории экосистемаҳо ва рушди саноат ва кишоварзӣ кӯмак мерасонад. Ҳамчунин, ин раванд ба коҳиш додани хароҷоти саноатӣ, таъмини оби тоза барои мақсадҳои мухталиф ва ҳифзи муҳити атроф барои оянда нақши муҳим мебозад.

Рӯйхати адабиётҳои истифодашуда

1. Тихомиров, А. С., и Беляев, В. П. "Методы очистки водоемов от нефтяных загрязнителей и их переработка." *Экологический журнал*, 2018, № 5, с. 112-118.
2. Петров, В. М., и Волкова, И. А. "Технологии очистки воды от нефтепродуктов с применением мембранных фильтрационных систем." *Журнал водоснабжения и водоотведения*, 2019, № 7, с. 56-62.

.....

БАХШИ 6 – КОРРОЗИЯ ВА МАВОДҲОИ БА КОРРОЗИЯ УСТУВОР
СЕКЦИЯ 6 – КОРРОЗИЯ И КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ
СИНТЕЗ, МИКРОСТРУКТУРА АЛЮМИНИЕВОГО
ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1 С КАЛИЕМ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ
ПРОДУКТОВ ИХ ОКИСЛЕНИЯ

¹И.Н. Ганиев, ¹Д.Ч. Курбонов, ¹Ш.Ш. Окилов, ¹Дж.Х. Джайлоев, ²С.С. Саидов

¹Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: Okilov70070@mail.ru

²Душанбинский филиал НИТУ МИСИС, г. Душанбе, Республика
Таджикистан.

Аннотация. Окисление сплавов — это процесс химических реакций между сплавами и окислителями с образованием оксидов. В условиях высокой температуры реакция окисления резко ускоряется. Это разрушает сплав. Сплавы могут окисляться по-разному из-за разной реакционной способности их компонентов. Некоторые компоненты могут образовывать более стойкие и защитные оксидные плёнки, замедляя или останавливая окисление. Добавки калия особенно от 0.01 до 1.0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие исходного сплава алюминиевого проводникового сплава AlV0.1. Методом рентгенофазового анализа установлен фазовый состав продуктов окисления алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с калием и их роль в механизме процесса окисления.

Ключевые слова: алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, калия, синтез, микроструктура, рентгенофазового анализа.

Алюминиевые сплавы применяют как электропроводники благодаря их высокой электропроводности и пластичности для изготовления проводов, кабелей и контактов в электротехнической промышленности, а также в аэрокосмической и автомобильной отраслях из-за их малой плотности и хорошей коррозионной стойкости. Механические свойства алюминия зависят от его чистоты и состояния. Увеличение содержания примесей и пластическая деформация повышают прочность и твёрдость алюминия. В виду низкой прочности применяют для ненагруженных деталей и элементов конструкций, когда от материала требуется лёгкость, свариваемость, пластичность. Изготавливают рамы, трубопроводы, фольгу, цистерны для перевозки нефти и нефтепродуктов, посуду и др [1]. Сплавы системы Al-Cu характеризуются высокой прочностью при обычных и повышенных температурах, хорошо обрабатываются резанием и свариваются, но (из-за отсутствия эвтектики) обладают плохими литейными свойствами [2]. Сплавы склонны к хрупкому разрушению вследствие выделения по границам зерен грубых частиц θ -фазы $-CuAl_2$ и Al_7Cu_2Fe , поэтому их применяют в закалённом состоянии, когда эти соединения переведены в твёрдый раствор. Во время нагрева сплава под закалку наряду с растворением θ -фазы из твёрдого раствора выпадают мелкодисперсные частицы фазы $Al_{12}Mn_2Cu$, увеличивающие прочность при обычных и повышенных температурах. После закалки: $\sigma_B=320\text{МПа}$, $\sigma_{0.2}=180\text{МПа}$, $HВ=800\text{МПа}$. Свойство высокой теплопроводности используют для изготовления теплообменников в промышленных и бытовых холодильных установках. Свойство высокой электрической проводимости используют при изготовлении конденсаторов, проводов, кабелей, шин и т.п [3].

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Синтез сплавов заключается в следующем: в нагретую до температуры 750°C расплав алюминия первоначально вводят металлическую ванадия из расчёта 0.1 мас.%, удаляют шлак, и после этого вводят, калия из расчёта (0.01-0.5мас.%), в завернутом в алюминиевой фольге вида с помощью сетчатого колокольчика в глубь расплава и перемешивают до полного расплавления. Снова удаляют шлак и

отливают образцы для исследования микроструктура сплавов. Плавка сплавов проводится в шахтных лабораторных печах типа СШОЛ.

Микроструктуры сплавов исследовались на микроскопе «КР-L3230-2К». В качестве примере на рис. 1 представлены микроструктуры образцов из сплава AlV0.1 до и после модифицирования калия. Методом микроструктурного анализа, при увеличении 1000 крат установлено влияние лантана на микроструктуру алюминиевого проводникового сплава AlV0.1. В результате проведённых исследований установлено, что структура изученных сплавов однотипная и состоит из твёрдого раствора алюминия и других фаз.

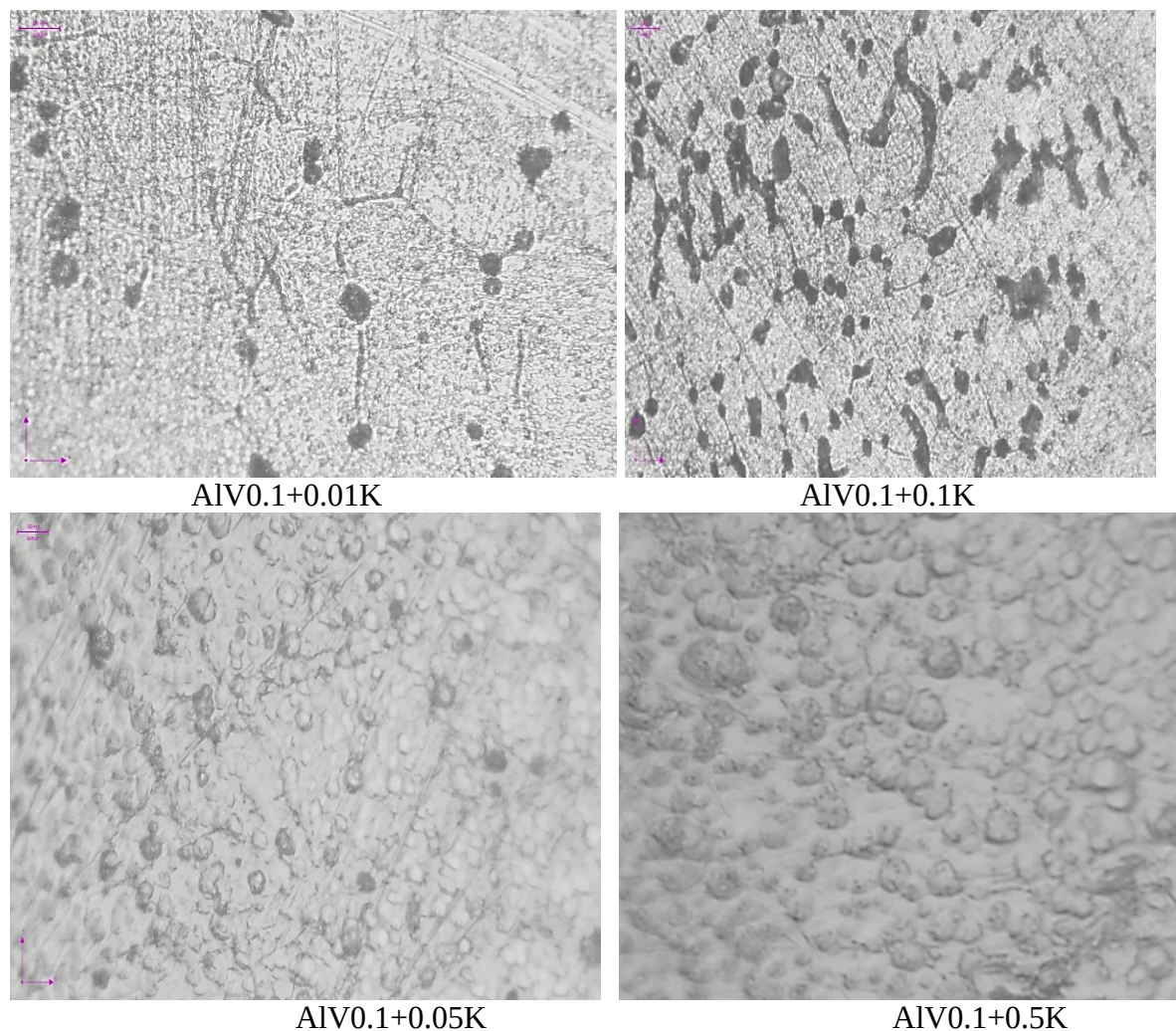


Рис. 1. - Микроструктуры (x500) алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с калием

Видно, что добавки калия, особенно 0.5 мас. % значительно измельчают структурные составляющие исходного алюминиевого проводникового сплава AlV0.1. Методом рентгенофазового анализа исследованы продукты, образующиеся при окислении легированных калия на алюминиевом проводниковом сплаве AlV0.1 (рис. 2). Видно, что продукты окисления исследованных сплавов на примере, легированного 0.5 мас. % калия сплава состоят из оксидов: Al_2O_3 ; Al_2O ; $VO_{0.532}$; V_5Al_8 ; VO_2 ; $Al_{21.86}K_{2.59}O_{34}$; $K_{0.486}V_2O_5$; $K_5V_3O_{10}$; KV_3O_8

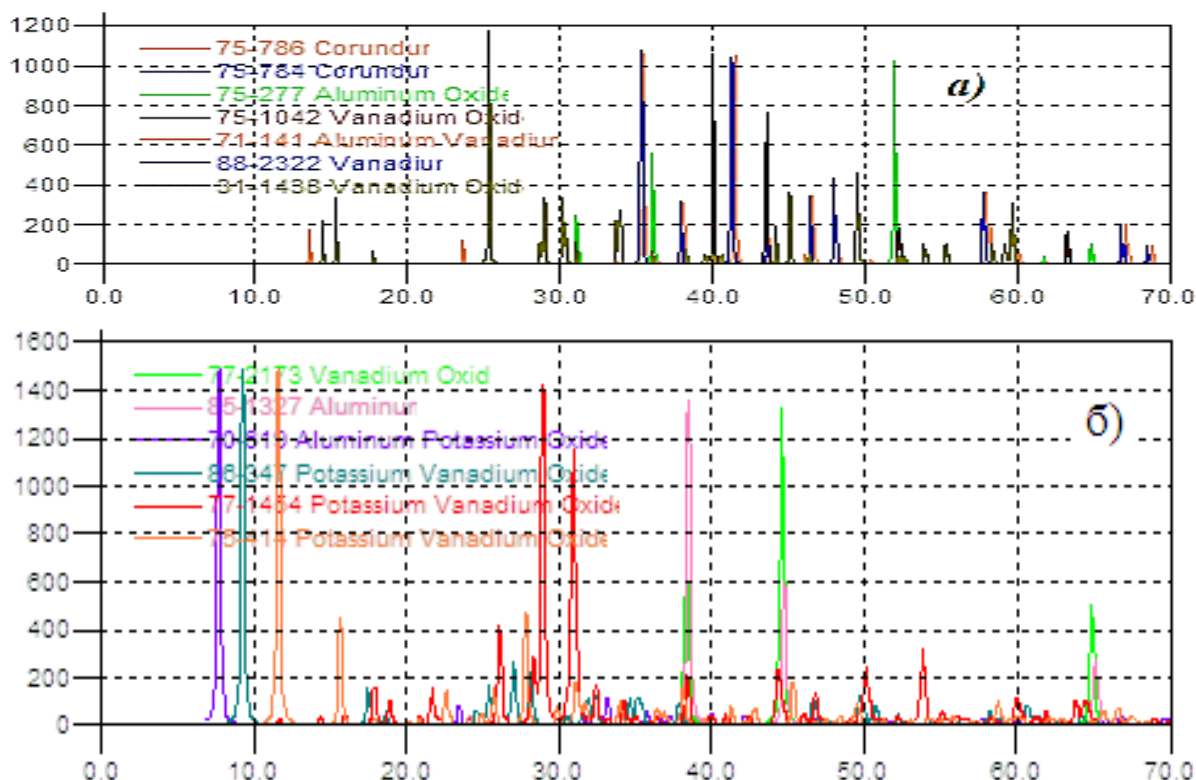


Рис. 2. - Штрихдифрактограммы продуктов окисления алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 (а) и сплава с 0.5 мас.% калия (б)

Список литературы

1. Александров В.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Материаловедение, Архангельск: Северный (Арктический) Федеральный университет. 2015. 327 с.
2. Лужникова Л.П. Материалы в машиностроении. Т. 1, Цветные металлы и сплавы. М. 1967. 287 с.
3. Зиновьев В.Е. Кинетические свойства металлов при высоких температурах. справочник. М.: Металлургия. 1984. 200 с.

SYNTHESIS, MICROSTRUCTURE OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1 WITH POTASSIUM AND PHASE COMPOSITION OF THEIR OXIDATION PRODUCTS

¹I.N. Ganiev, ¹D.Ch. Kurbonov, ¹Sh.Sh. Okilov, ¹Jailoev J.H, ²Saidov S.S.

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²NUST MISIS in Dushanbe, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. Alloy oxidation is the process of chemical reactions between alloys and oxidizing agents to form oxides. Under high temperature conditions, the oxidation reaction accelerates dramatically. This destroys the alloy. Alloys can be oxidized in different ways due to the different reactivity of their components. Some components can form more resistant and protective oxide films, slowing down or stopping oxidation. Potassium supplements are especially from 0.01 to 1.0 wt. % significantly pulverize the structural components of the initial alloy of aluminum conductor alloy AlV0.1. The X-ray phase analysis method has established the phase composition of the oxidation products of aluminum conductor alloy AlV0.1 with potassium and their role in the mechanism of the oxidation process.

Keywords: aluminum conductor alloy AlV0.1, potassium, synthesis, microstructure, X-ray phase analysis.

СИНТЕЗ, МИКРОСТРУКТУРАИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИЙИ $AlV0.1$ БО КАЛИЙ ВА ТАРКИБИ ФАЗАИ МАҲСУЛОТИ ОКСИДШАВИИ ОНҶО

¹И.Н. Ганиев, ¹Д.Ч. Курбонов, ¹Ш.Ш. Окилов, ¹Чайлоев Ч.Х., ²Саидов С.С.

¹Институти химияи ба номи В. И. Никитина АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

²Филиали донишгоҳи таҳқиқоти МИСИС дар шаҳри Душанбе, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Аннотатсия. Оксидшавии хӯлаҳо раванди реаксияҳои химиявӣ байни хӯлаҳо ва оксидантҳо барои ташаккули оксидҳо мебошад. Дар шароити ҳарорати баланд реаксияи оксидшавӣ ба таври ногаҳонӣ суръат мегирад. Ин хӯларо вайрон мекунад. Хӯлаҳо метавонанд аз сабаби реактивии ҷузъҳои онҳо бо роҳҳои гуногун оксид шаванд. Баъзе ҷузъҳо метавонанд бо суст ё қатъ кардани оксидшавӣ оксиди устувортар ва муҳофизаткунандаро ташкил диҳанд. Иловаҳои калий махсусан аз 0.01 то 0,5 мас. % ҷузъҳои сохтори хӯлаи алюминийи $AlV0.1$ -ро хеле майда мекунад. Бо усули таҳлили рентгенофаза таркиби фазаи маҳсулоти оксидшавии хӯлаи алюминийи $AlV0.1$ бо калий ва нақши онҳо дар механизми раванди оксидшавӣ муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи $AlV0.1$, калий, синтез, микроструктура, таҳлили рентгенофаза.

.....◇.....

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА $AlV0.1$, ЛЕГИРОВАННОГО НАТРИЕМ, В СРЕДЕ РАСТВОРА 0,3 %-НОГО $NaCl$

И.Н. Ганиев, Ш.Ш. Окилов, Д.Ч. Курбонов

Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: ganiev48@mail.ru

Аннотация. В растворе 0,3%-ного $NaCl$ наблюдалось смещение значений электрохимических потенциалов алюминиевого проводникового сплава $AlV0.1$ легированного натрием в отрицательную область. Показано, что добавка натрия уменьшает скорость коррозии алюминиевого проводникового сплава $AlV0.1$ на 15% в среде раствора 0,3-ного $NaCl$.

Ключевые слова: алюминиевый проводниковый сплав $AlV0.1$, натрий, потенциостатический метод, раствор 0,3-ного $NaCl$, потенциал коррозии, потенциал питтингообразования, скорость коррозии.

Алюминий и сплавы на его основе являются конструкционными и проводниковыми материалами и нашли широкое применение в электротехнике. Для алюминия, как проводникового материала, характерны такие характеристики, как тепло- и электропроводность, так как он является вторым наиболее широко технически применяемым металлом (на первом месте находится медь). Кроме того, известно, что у алюминия низкая плотность, высокая коррозионностойкость в атмосферных условиях, а также ему характерна высокая стойкость к воздействию агрессивных химических элементов и химических веществ [1].

Ванадий вводят в сплавы алюминия с помощью лигатур, которые получают двумя основными способами: сплавлением чистых компонентов и восстановлением легирующего металла из его соединений [2].

Небольшие добавки ванадия к алюминию (0.1 мас. %) сдвигают стационарный потенциал алюминия в положительную область на 250 мВ. Потенциалы репассивации ($E_{\text{реп.}}$) и питтингообразование ($E_{\text{п.о.}}$) не меняются при

легировании алюминия ванадием. При добавке до 3%V несколько снижается значение тока коррозии и лишь при максимальной добавке 5% V ток коррозии увеличивается до значения 0.007 А/м^2 [3].

Добавка натрия может увеличить вязкость расплавов в 15 раз, уменьшить поверхностное натяжение примерно на 25%. Механические свойства алюминия, содержащего натрий, существенно не отличаются, имеет место небольшое понижение пластичности и ударной вязкости и незначительное повышение твердости. При повышении содержания натрия в сплаве алюминия скорость коррозии увеличивается [4].

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Для получения тройных сплавов нами алюминиевый сплав AlV0.1 полученный из алюминия марки А6 (ГОСТ 21631-2019) и металлического ванадия марки ВМ-1 99.9% (ГОСТ ТУ 48-4-272-73) легировалось металлическим натрием чистотой 99,8%Na (ГОСТ 3273-75) в шахтной лабораторной печи типа СШОЛ при температуре $800\text{--}850^\circ\text{C}$. Содержание натрия в исходном сплаве варьировалось в пределах 0.01 – 0.5%. Химический анализ компонентов сплавов выполнялся в Центральной заводской лаборатории ОАО «ТАЛКО» (г. Турсунзоде, Республика Таджикистан). Из полученных сплавов для исследования электрохимических свойств отливались в графитовую изложницу цилиндрические образцы диаметром 8 мм, длиной 140 мм. Для изучения электрохимических свойств сплавов применяли потенциостатический метод исследования, подробно описанный в работах [5,6].

Временная зависимость потенциала свободной коррозии сплавов как в среде раствора 0,3-ного NaCl характеризуются смещением в положительную область от времени, не зависимо от содержания натрия в исходном сплаве. Стабилизация потенциала свободной коррозии происходит через 20 мин. и имеет постоянную величину (рис.1).

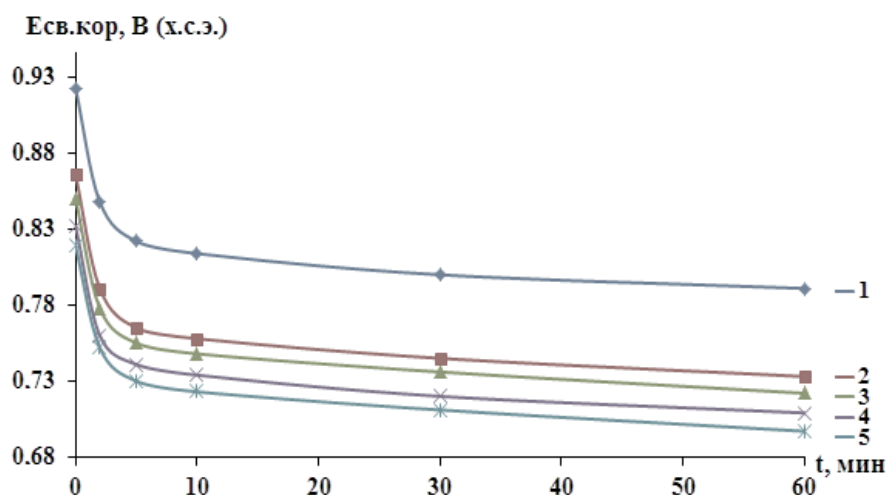


Рис. 1. Временная зависимость потенциала свободной коррозии (-Есв.кор., В), алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 (1), содержащего натрий, мас. %: 0,01(2); 0,05(3); 0,1(4); 0,5(5), в среде раствора 0.3% -ного NaCl

В таблице приведены коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, легированного натрием, в среде раствора 0,3%-ного NaCl, при скорости развёртки потенциала 2мВ/с. С ростом концентрации натрия наблюдается смещение в положительную область потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации.

Таблица - Коррозионно-электрохимические характеристики (х.с.э.) алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, легированного натрием, в среде раствора 0,3-ного NaCl

Содержание натрия в сплаве	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии	
	$-E_{св.кор.}$	$-E_{кор.}$	$-E_{п.о.}$	$-E_{р.п.}$	$i_{кор} \cdot 10^2, \text{ А/м}^2$	$K \cdot 10^3, \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$
мас. %						
А6	0.756	1.163	0.661	0.701	8.2	27.80
AlV0.1	0.791	1.186	0.740	0.810	8.1	27.13
0.01	0.733	1.128	0.678	0.746	7.6	25.46
0.05	0.722	1.119	0.669	0.737	7.4	24.79
0.1	0.709	1.110	0.660	0.728	7.2	24.12
0.5	0.697	1.101	0.651	0.719	7.0	23.45

Анодные ветви потенциостатических кривых исследованных сплавов с различным содержанием натрия приведены на рис. 2.

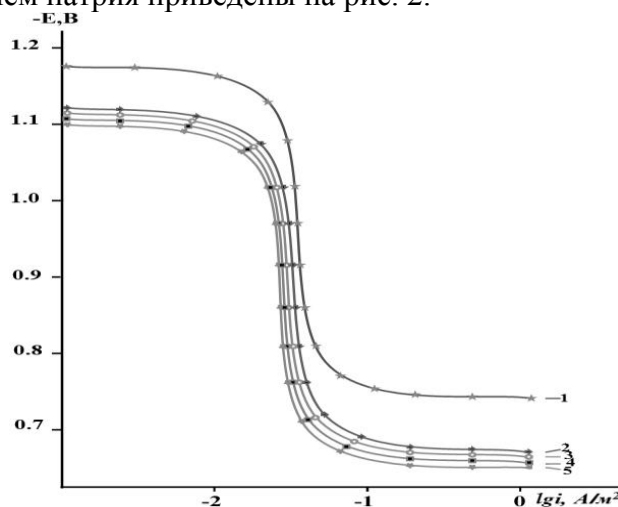


Рис. 2. Потенциодинамические анодные поляризационные (2 мВ/с) кривые алюминиевого проводникового сплава AlV0.1(1), содержащего натрий, масс. %: 0.01 (2), 0.05 (3), 0.1 (4), 0.5 (5) в среде раствора 0.3%-ного (в) NaCl

С ростом концентрации натрия потенциалы свободной коррозии ($E_{св.кор.}$) и питтингообразования ($E_{п.о.}$) смещаются в положительную область значений, а плотность тока коррозии сплавов уменьшается.

Таким образом показано, что добавка натрия несколько смещает в положительную область потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации сплава, что в целом способствует уменьшению скорости его коррозии на 15%, т.е. повышает устойчивость исходного сплава к питтинговой коррозии.

Список литературы

1. Алюминиевые сплавы: свойства, обработка, применение / Отв. ред. Л.Х. Райтбарг. - Изд. 13-е, перераб. и доп. -М.: Металлургия, 1979. -679 с.
2. Промышленные алюминиевые сплавы отв. Ред. М.Б. Альтман. Металлургия, 1984. -528 с.
3. Умарова Т.М., Ганиев И.Н. Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах. Душанбе.: Дониш. 2007.-258с.
4. Мондольфо, Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов / Пер. с англ. – М: Металлургия. 1979. – 640 с.
5. Ганиев И.Н., Окилов Ш.Ш., Эшов Б.Б., Муллоева Н.М., Джайлоев Ж.Х. Анодное поведение свинцово-сурьмяного сплава SSu_3 с калием в среде электролита NaCl // Материаловедение. 2022. № 12. С. 33-38.

Синтез сплавов проводился в шахтном лабораторном печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750 – 800 °С. В качестве шихты при получении алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”) использовали алюминий марки А6, который дополнительно легировалось расчётным количеством кремния и магния. При легировании алюминия кремнием учитывался имеющийся в составе первичного алюминия металлический кремний (0.1мас.%). Магний, завернутый в алюминиевой фольге, вводилось в расплав алюминия с помощью колокольчика. После, легировали полученный исходный расплав металлическим индием. Индия вводился в расплав в завернутой в алюминиевой фольге виде. Химический анализ полученных сплавов на содержание кремния и магния проводился в Центральной заводской лаборатории ГУП “Таджикская алюминиевая компания”. Состав сплавов также контролировалось взвешиванием шихты и полученных сплавов. При отклонении веса сплавов более чем на 1-2% отн. синтез сплавов проводился заново. Далее из расплава удаляли шлак и производилось литьё образцов в графитовую изложницу для коррозионно-электрохимических исследований. Образцы цилиндрической формы имели диаметр 10мм и длину 140мм.

Изучение микроструктуры является одним из главных средств оценки свойств материалов. Это даёт возможность определять влияние различных деформационных и термических обработок на свойства готовой алюминиевой продукции, а также анализировать причины её брака.

Исследования позволяют наблюдать изменения микроструктуры в зависимости от состава и температуры. Удаётся точно определить протяжённость границы гомогенных и гетерогенных областей, а также наличие интерметаллидных фаз в системе. Микроструктуру алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с индием исследовали на световом микроскопе марки БИОМЕД-1 (Украина).

Для исследования микроструктуры исследуемых образцов из полученного расплава отливались цилиндрические образцы диаметром 10-16 мм и высоте 5-10 мм. Каждый образец предварительно отшлифовывали, обезжиривали спиртом и погружали в реактив общего назначения 0,5%-ный водный раствор HF, время травления составлял от 50 до 80 с. После травления микрошлиф промывали в проточной воде и тщательно высушивали прижатием к чистой фильтровальной бумаге.

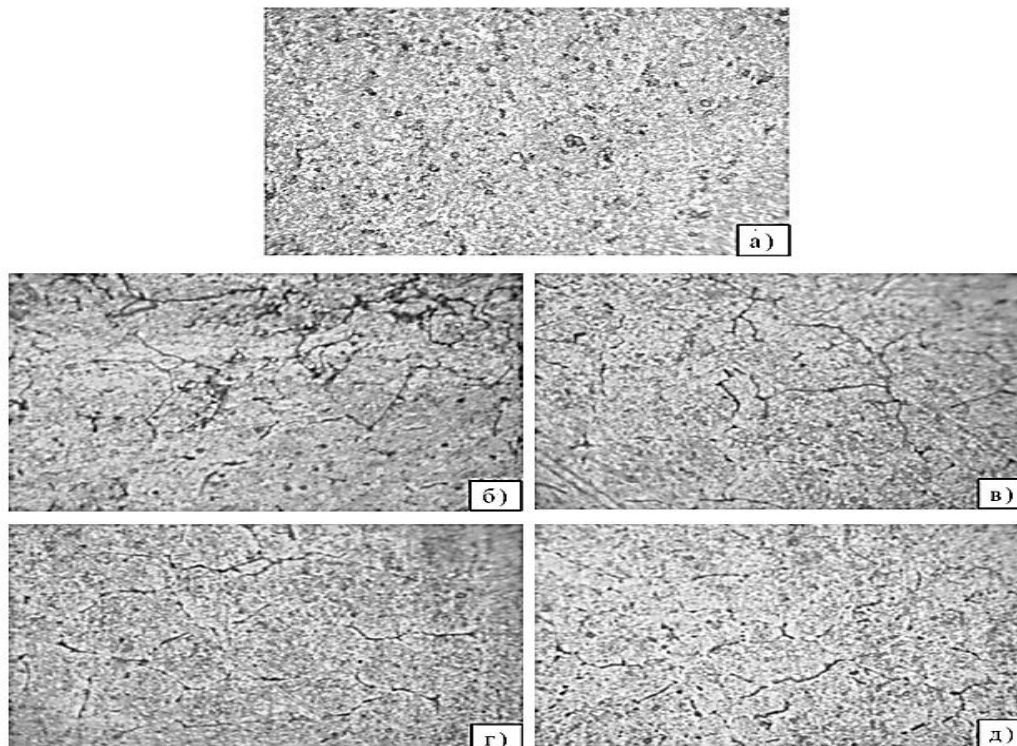


Рисунок-Микроструктуры (х650) алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) (а), легированного индием, мас % : 0.05 (б), 0.1 (в), 0.5 (г) и 1.0 (д).

Микроструктура алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) представляет собой твёрдый раствор алюминия с включениями эвтектики, количество и размер которой зависит от содержания модифицирующего элемента в нём. Сплавы с относительно малыми добавками индия характеризуются довольно

крупнозернистой структурой. Дальнейшее повышение содержания модифицирующего компонента измельчает микроструктуру, алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”), и она становится однородной и мелкозернистой (рисунок).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. – 2-е изд. – Москва Металлургия – 1970, –240 с.

2. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Ф. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: в двух книгах. Пер. с англ. – М.: Мир, –1984. – 303 с.

3. Рахимова Н.О., Курбонова М.З., Ганиев И.Н., Раджабалиев С.С. Влияние ванадия на микроструктуру и механические свойства алюминиевого сплава АБ1 // Мат. респ. научно – теор. конф. «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нумонова И.У. Душанбе 2020г. – С.163-165.

4. Ганиев И.Н., Абдулаков А.П., Джайлоев Дж.Х., Раджабалиев С.С. Изучение микроструктуры алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с оловом // Мат. Респ. научной конф. «Инновационное развитие науки». ГУ «Центр исследования инновационных технологий» при НАНТ, г. Душанбе, 2020.- С. 31-33.

STUDY OF THE MICROSTRUCTURE OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY E-AlMgSi (“aldrey”) WITH INDIUM

¹Ganiev I.N., ¹Jailoev J.H., ¹Safarov A.M., ²Aliev F.A.

¹Institute of Chemistry named after V. I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²Dangara State University, Dangara, Republic of Tajikistan

Annotation. The microstructures of the aluminum conductor alloy E-AlMgSi (“aldrey”) with indium are investigated. As a result of the conducted research, it was found that the structure of the studied alloys is of the same type and consists of a solid solution of aluminum. Particles of intermetallic phases formed during the crystallization of the alloy are also observed. The number and size of the particles of the second phase ultimately affect the mechanical properties of the initial alloy. Increasing the concentration of the alloying component grinds the structure and it becomes homogeneous and fine-grained.

Keywords: aluminum conductor alloy, E-AlMgSi (“aldrey”), india, microstructure, alloy crystallization process.

ОМУЗИШИ МИКРОСТРУКТУРАИ ХҶЛАИ НОҚИЛИИ АЛЮМИНИЙИ E-AlMgSi (“алдрей”) БО ИНДИЙ

¹Чайлоев Ҷ.Х., ¹Ганиев И.Н., ¹Сафаров А.М., ²Алиев Ф.А.

¹Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи давлатии Дангара, ш.Дангара, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар кор микроструктураҳои хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi (“алдрей”) бо индий тадқиқ карда шуданд. Дар натиҷаи тадқиқотҳои гузаронидашуда муайян карда шуд, ки сохтори хӯлаи омӯхташуда яхела аст ва аз маҳлули сахти алюминий иборат аст. Ҳамчунин зарраҳои фазаҳои байни металлӣ, ки дар раванди кристаллизатсияи хӯла ба вуҷуд омадаанд, мушоҳида карда мешаванд. Миқдор ва андозаи зарраҳои марҳилаи дуюм дар ниҳоят ба хосиятҳои механикии хӯлаи асли таъсир мерасонанд. Афзоиши консентратсияи ҷузъи хӯлаи сохторро майда мекунад ва он яхела ва донча мешавад.

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1 С БАРИЕМ, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 0,03%-НОГО NaCl

¹И.Н. Ганиев, ²К.Х. Ашуров, ¹Ш.Ш. Окилов, ¹Джайлоев Дж.Х., ³Саидов С.С.

¹Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: Okilov70070@mail.ru

²Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

³Душанбинский филиал НИТУ МИСИС, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация. Потенциостатическим методом исследовано влияние добавок бария на скорость коррозии и потенциал свободной коррозии алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, в среде электролита 0,03%-ного NaCl. Установлено, что добавки бария смещают в положительную область указанный потенциал. С ростом концентрации электролита NaCl скорость коррозии и потенциал свободной коррозии сплавов уменьшаются.

Ключевые слова: алюминиевый сплав AlV0.1, барий, скорость коррозии, потенциал свободной коррозии, среда NaCl.

К настоящему времени существует много сплавов алюминия, используемых в различных сферах, для очень различных механизмов. Ванадий вводят в сплавы с помощью лигатур, которые получают двумя основными способами: сплавлением чистых компонентов и восстановлением легирующего металла из его соединений [1]. В литературе имеется сведения о влиянии добавки ванадия на различные свойства алюминия. В справочнике [1] сообщается, что увеличение удельного электросопротивления в пределах области растворимости ванадия в алюминий причём прирост составляет $0,4 \div 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ от каждого вводимого 0,1 мас. % V. Описана температурная зависимость электросопротивления. Магнитная восприимчивость при добавке в сплав алюминия 1,0 мас. % V уменьшается на 15%. Добавка ванадия существенно не повышают механические свойства наблюдается небольшой прирост прочности от малых присадок ванадия вероятно, вследствие измельчения зерна. Повышение жаропрочности объясняется, по-видимому, присутствием тонкодисперсной окиси. Каждый вводимый 1,0 мас. % V увеличивает модуль упругости на 2250 МН/м². Ванадий способствует повышению температуры рекристаллизации алюминия. Упрочняющие старение пересыщенных сплавов Al-V (полученных методом закалки из жидкого состояния) происходит только при повышенных температурах [1].

Влияние бария на алюминий в основном проявляется в модификации свойств алюминиевых сплавов. Барий может улучшать механические свойства, такие как прочность и твердость, а также влиять на коррозионную стойкость. Однако, в некоторых случаях, введение бария может приводить к снижению пластичности сплава [2].

Целью настоящего сообщения является исследование влияния добавок бария на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, химического состава, V – 0.1 мас. %.

Синтез сплавов проводилось в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 800 °С. В качестве шихты при получении алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 использовали алюминий марки А6, который дополнительно легировалось расчётным количества ванадия. Образцы цилиндрической формы имели диаметр 8мм и длину 140мм (рис. 1).



Рисунок 1. Образцы из алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с барием

Электрохимическое исследование полученных сплавов проводилось с помощью потенциостата ПИ -50 - 1.1 с программатор ПР-8 и записью кривых на самописце ЛКД-4 при скорости развёртки потенциала 2 мВ/с. Воспроизводимость результатов на электродах одного и того же состава находилась в пределах ± 10 мВ. Исследования проводили по методикам, описанным в работах [2,3].

Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с барием, в среде электролита 0,03%-ного NaCl обобщены в таблице.

Таблица. Коррозионно-электрохимические характеристики, алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с барием, в среде электролита 0,03%-ного NaCl

Содержание барий в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы, В(х.с.э.)				Скорость коррозии	
	$-E_{\text{св.кор.}}$	$-E_{\text{корр.}}$	$-E_{\text{п.о.}}$	$-E_{\text{рп.}}$	$i_{\text{кор}} \cdot 10^2$ А/м ²	$K \cdot 10^3$ г/м ² ·час
-	0.629	1.150	0.650	0.760	6.1	20.43
0.01	0.501	1.018	0.517	0.645	5.2	17.42
0.1	0.490	1.009	0.508	0.636	5.0	16.75
0.5	0.478	1.000	0.499	0.627	4.8	16.08
1.0	0.465	0.991	0.490	0.618	4.6	15.41

Видно, что добавки бария от 0.01 до 1,0 мас.% к исходному сплаву AlV0.1 в исследуемой среде сдвигают потенциалы коррозии, репассивации и питтингообразования в положительную область значений и одновременно с этим повышается стойкость сплавов к питтинговой коррозии. Особенно ускоренно потенциал свободной коррозии смещается в положительную область у легированных барием сплавов по сравнению с исходного сплава AlV0.1.

На рисунке приведена графическая зависимость потенциала свободной коррозии ($E_{\text{св.кор.}}$, В) от времени для образцов из алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с барием, в среде электролита 0,03%-ного NaCl. Видно, что при погружении сплава, в электролит NaCl происходит смещение потенциала $E_{\text{св.кор.}}$ в положительную область.

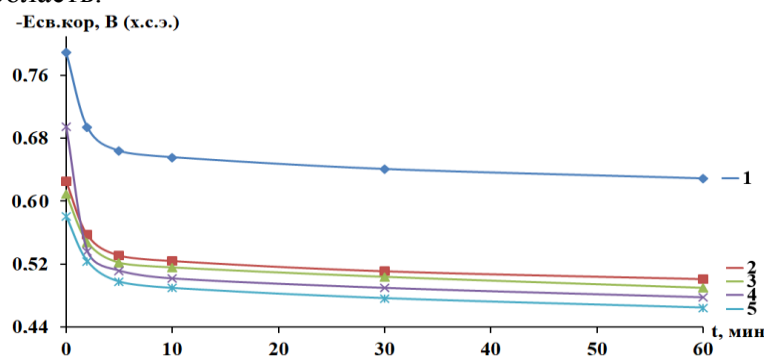


Рисунок 2. Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{\text{св.кор.}}$, В) алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, содержащего барием, в среде 0,03% - ного NaCl

Список литературы

1. Усов В.В., Займовский А.С. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике Том II. -М.: Госэнергоиздата, 1957. 184с.

2. Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Амонов И.Т., Эсанов Н.Р. Влияние щелочноземельных металлов на анодное поведение сплава Al+2.18%Fe, в нейтральной среде // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2017. № 3. С. 40-44.

3. Ганиев И.Н., Холов Ё.Ч., Джайлоев Дж.Х., Файзуллоев У.Н. Анодное поведение алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с кальцием, в среде электролита 0,3%-ного NaCl // Актуальные вопросы естественных наук и технологий: мат. рес. научно-прак. конф., посвященной двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук – Душанбе: РТСУ, 2020. С. 76-78.

ANODIC BEHAVIOR OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1 WITH BARIUM, IN AN ELECTROLYTE MEDIUM OF 0.03% NaCl

¹I.N. Ganiev, ²K.Kh. Ashurov, ¹Sh.Sh. Okilov, ¹Jailoev J. Kh, ³Saidov S.S

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

³NUST MISIS in Dushanbe, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. The effect of barium additives on the corrosion rate and the potential for free corrosion of aluminum conductor alloy AlV0.1 in an electrolyte medium of 0.03 NaCl was investigated by the potentiostatic method. It has been established that barium additives shift the indicated potential to a positive region. As the concentration of the NaCl electrolyte increases, the corrosion rate and the potential for free corrosion of alloys decrease.

Keywords: aluminum alloy AlV0.1, barium, corrosion rate, free corrosion potential, NaCl medium.

РАФТОРИ АНОДИИ ХҶЛАИ НОҚИЛИИ АЛЮМИНИЙИ AlV0.1 БО БАРИЙ, ДАР МУҲИТИ ЭЛЕКТРОЛИТ 0,03% NaCl

¹И.Н. Ганиев, ²Қ.Х. Ашуров, ¹Ш.Ш. Окилов, ¹Чайлоев Ҷ.Х., ³Саидов С.С

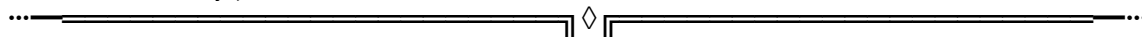
¹Институти химияи ба Номи В. И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М. С. Осимӣ, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³Филиали донишгоҳи таҳқиқоти МИСИС дар шаҳри Душанбе, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Бо усули потенциостатикӣ таъсири иловаҳои барий ба суръати зангзанӣ ва потенциали зангзании озоди хӯлаи алюминийи AlV0.1 дар муҳити электролити 0,03-и NaCl оварда шудааст. Муайян карда шудааст, ки иловаҳои барий потенциали зикришударо ба минтақаи мусбат мегузаронад. Бо афзоиши консентратсияи электролитҳои NaCl, суръати зангзанӣ ва потенциали зангзании озоди хӯлаҳо коҳиш меёбад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи AlV0.1, барий, суръати зангзанӣ, потенциали зангзании озод, муҳити NaCl.



ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРОНЦИЯ НА КОРРОЗИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМ4-1-2,5 В СРЕДЕ 3% ХЛОРИДА НАТРИЯ

¹Н.А. Аминова, ²И.Н. Ганиев, ¹П.Н. Абдухоликова, ¹Г.М. Рахматуллоева

¹ГУ «Центр по исследованию инновационных технологий НАН Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: nigora.aminova.92@mail.ru

²ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» НАН Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация: В работе представлены результаты экспериментального исследования влияния добавок стронция на анодное поведение цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 в 3%-ном растворе NaCl. Установлено, что введение стронция снижает скорость коррозии исходного сплава на 10–15%. С увеличением концентрации стронция происходит смещение потенциалов свободной коррозии и питтингообразования в положительную область, что свидетельствует о повышении коррозионной стойкости материала.

Ключевые слова: цинковый сплав ЦАМСв4-1-2,5; стронций; электролит NaCl; анодное поведение; потенциал свободной коррозии; потенциал питтингообразования; скорость коррозии.

Цинковые сплавы представляют собой сплавы, в которые помимо основного металла - цинка, составляющего не менее половины всего состава, входят примеси других элементов, как правило, тоже металлов. По способу обработки сплавы на основе цинка делятся на две группы: цинковые литейные и деформируемые сплавы, также к сплавам принято относить марки цинка технической чистоты. [1-4].

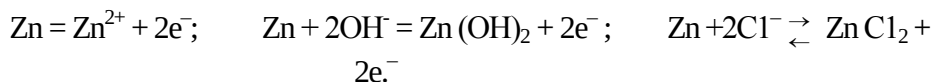
Электрохимическое формообразование деталей машин и приборов чаще всего осуществляют в растворах нейтральных солей. Ниже приведены экспериментальные данные по анодному поведению цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного стронцием в различных областях анодных потенциалов, в среде электролита 3,0%-ного NaCl.

Экспериментальная часть

Для приготовления сплавов был использован цинк марки ЦЗ (ГОСТ 3640-94), алюминий марки А7 (ГОСТ 11069-2001) и стронций металлический марки Ст М-2 (ГОСТ 2821-75). Из полученных в печи СШОЛ сплавов отливались цилиндрические образцы длиной 100 мм и диаметром 8 мм, торцевая часть которых служил рабочим электродом. Исследования проводились на потенциостате ПИ-50-1 с самописцем ЛКД-4, в среде 3,0%-ного раствора электролита NaCl при скорости развёртки потенциала $2 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ по методикам, описанным в работах [4]. В качестве электрода сравнения использовалась хлорсеребряный электрод. Все значения потенциалов приведены относительно этого электрода. Поляризационные кривые фиксировались с помощью самописца ЛКД-4. Химический состав сплавов и результаты исследования представлены в таблице.

Перед началом электрохимических измерений образцы выдерживались в электролите хлорида натрия до достижения стационарного потенциала. Значения стационарных потенциалов устанавливаются на основании зависимостей потенциал (Е, В) - время (t, мин.). Электродные потенциалы исследуемых сплавов устанавливаются в течение первого часа выдержки в растворе NaCl. Более длительная выдержка (1-3сут.) подтверждает установившиеся стационарные потенциалы сплавов.

При достижении потенциала питтингообразования анодный процесс образования защитного оксида заменяется анодным процессом образования легкорастворимого соединения металла с активными анионом и гидроксидом цинка:



Для прогнозирования коррозионного поведения цинковых сплавов, важное значение имеет степень пассивации, которую целесообразно определять параметрами - силой тока в пассивном состоянии, величиной потенциала питтингообразования и протяженностью пассивной области, получаемых в результате построения потенциодинамических кривых.

Поляризация образцов проводилась в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки 2 мВ/с в положительном направлении от стационарного потенциала, установившегося при погружении до постоянного значения тока 5 мА , затем в обратном направлении - до величины потенциала, при котором происходит

растворение оксидной пленки. Потенциодинамические кривые состоят из трех кинетических областей: активного растворения, активно - пассивного состояния и перепассивации. Таким образом, на полученных потенциодинамических кривых определяли основные электрохимические характеристики сплавов: потенциал коррозии ($E_{кор}$), потенциалы питтингообразования ($E_{п.о.}$) и репассивации ($E_{р.п.}$), потенциалы начала пассивации ($E_{н.п.}$) и полной пассивации ($E_{п.п.}$), а также плотности тока анодного растворения.

Как видно из рисунка по мере увеличения концентрации стронция в исходном сплаве ЦАМСв4-1-2,5 потенциал свободной коррозии смещается в область положительных значений. Наиболее резкое смещение потенциала в область положительных значений наблюдается впервые 5 -10 минут от начала погружения.

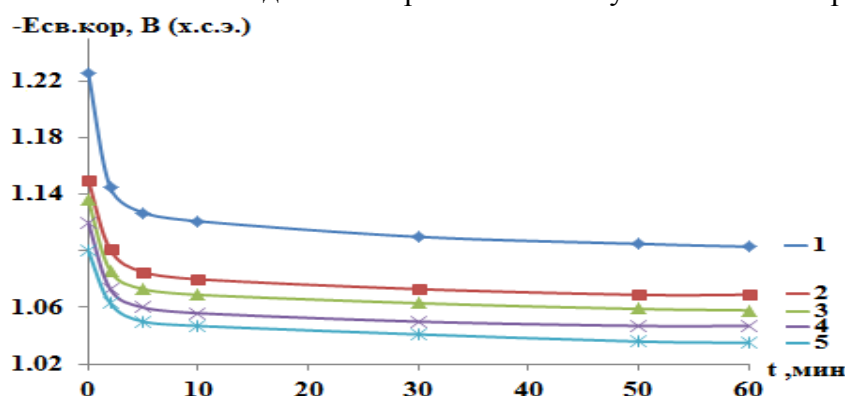


Рисунок. Временная зависимость потенциала свободной коррозии ($-E_{св.В}$) сплавов ЦАМСв4-1-2,5, (1), содержащего стронций, мас. %: 0,05(2); 0,1(3); 0,5(4); 1,0(5), в среде 3,0%-ного NaCl

Стабилизация потенциала свободной коррозии наблюдается после 40-50 минут от начала погружения электрода в раствор электролита, что свидетельствует о пассивации сплава и формировании защитной оксидной плёнки на его поверхности.

Коррозионно-электрохимическое поведение сплавов в среде электролита 3,0%-ного NaCl, представлены в таблице.

Таблица. Коррозионно-электрохимические характеристики сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного барием, в среде электролита 3,0%-ного NaCl

Среда NaCl, масс. %	Содержание стронций, масс. %	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В				Скорость коррозии	
		$-E_{св.кор}$	$-E_{кор}$	$-E_{п.о.}$	$-E_{рп}$	$i_{кор} \cdot 10^{-2}$	$K \cdot 10^{-3}$
						А/М ²	г/М ² ·ч
3,0	-	1,103	1,400	0,850	0,900	0,102	124,4
	0.05	1,069	1,368	0,820	0,871	0,099	120,7
	0.1	1,058	1,350	0,812	0,861	0,097	118,3
	0.5	1,047	1,335	0,804	0,856	0,095	115,9
	1.0	1,035	1,320	0,792	0,842	0,093	113,4

Исследование анодного растворения сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного стронцием в среде раствора хлорида натрия показало, что анодные оксиды на этих сплавах не имеют пор, обладают ионной проводимостью и отличаются высоким электрическим сопротивлением.

Таким образом, сплавы, легирование стронцием характеризуются более низким значением скорости коррозии, чем исходный сплав ЦАМСв4-1-2,5.

Выводы

Установлено, что с увеличением содержания стронция в цинковом сплаве ЦАМСв4-1-2,5 потенциалы коррозии и питтингообразования смещаются в положительную область, что указывает на повышение устойчивости сплава к электрохимическому разрушению. Легированные стронцием сплавы

демонстрируют более низкую скорость коррозии по сравнению с исходным сплавом ЦАМСв4-1-2,5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синявский В.С., Вальков В.В., Калинин В.Д. Коррозия и защита алюминиевых сплавов. М.: Металлургия, 1986. 23 р. Ганиев И.Н. // ЖПХ. 2004. Т. 77. № 6. С. 939-943.
2. Ганиев И.Н., Абдухоликова П.Н., Бердиев А.Э., Алихонова С.Дж. Анодное поведение цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного литием, в среде электролита NaCl // Цветные металлы. 2022. №5. С.33-37.
3. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. М.: Физматлит. 2002. – 336 с.

THE EFFECT OF STRONTIUM ON THE CORROSION CHARACTERISTICS OF ZINC ALLOY ZAM4-1-2,5 IN AN ENVIRONMENT OF 3% SODIUM CHLORIDE

¹N.A. Aminova, ²I.N. Ganiev, ¹P.N. Abdukholikova, ¹G.M. Rakhmatulloeva
¹GU "Center for Research of Innovative Technologies of the National Academy of Sciences of Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²GNU "Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Abstract: The paper presents the results of an experimental study on the influence of strontium additions on the anodic behavior of the zinc alloy ZAMSv4-1-2.5 in a 3% NaCl solution. It was found that the introduction of strontium reduces the corrosion rate of the base alloy by 10–15%. As the concentration of strontium increases, the free corrosion potential and pitting potential shift in the positive direction, indicating an improvement in the corrosion resistance of the material.

Keywords: zinc alloy ZAMSv4-1-2.5; strontium; NaCl electrolyte; anodic behavior; free corrosion potential; pitting potential; corrosion rate.

ТАЪСИРИ СТРОНЦИЙ БА ХУСУСИЯТҲОИ ЗАНГЗАНИИ ХҶЛАИ РУҲ ZAM4-1-2,5 ДАР МУҲИТИ ДОРОИ 3% ХЛОРИДИ НАТРИЙ

¹Н. А. Аминова, ²И. Н. Ганиев, ¹П. Н. Абдухоликова, ¹Г. М. Раҳматуллоева

¹МД “Маркази тадқиқоти технологияҳои инноватсионии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²МДИ “Институтуи химияи ба номи В. И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ оид ба таъсири иловаҳои стронций ба хосиятҳои анодии ҳулаи цинкии ZAMSv4-1-2,5 дар маҳлули 3% NaCl оварда шудаанд. Муайян карда шуд, ки ворид кардани стронций суръати зангзании ҳулаи асосиро 10-15% коҳиш медиҳад. Бо афзоиши консентратсияи стронций, потенциали зангзании озод ва потенциали зангзании нуқта ба тарафи мусбат ҳаракат мекунад, ки ин аз беҳтар шудани муқовимати зангзании мавод шаҳодат медиҳад.

Калимаҳои асосӣ: Ҳулаи цинкии ZAMSv4-1-2,5; стронций; электролити NaCl; хосиятҳои анодӣ; потенциали зангзании озод; потенциали зангзании нуқтай; суръати зангзании.

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СВИНЦОВОГО БАББИТА Б(PbSb15Sn10), ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ, В СРЕДЕ 0.3%-НОГО РАСТВОРА NaCl

¹Ходжаназаров Х.М., ¹Ганиев И.Н., ¹Саидов Ш.Х., ²Одиназода Х.О.

¹ГНУ «Институт химии В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан.

*E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

²Таджикский технический университет им. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация: В статье приведены результаты исследования влияния добавки индия ($0.01 \div 1.0$ мас. %), как модификатора структуры на анодное поведение свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$, в среде 0.3%-ного раствора $NaCl$. Исследования проведены потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с. Исследования показали, что со временем, потенциал свободной коррозии сплавов смещается в положительную сторону и с ростом концентрации добавки индия в свинцовом баббите приобретает положительное значение. Легирование индием свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$ до 18% повышает его коррозионную стойкость.

Ключевые слова: свинцовый баббит $B(PbSb15Sn10)$, индий, потенциостатический метод, электрохимическое поведение, 0.3%-ный раствор $NaCl$, потенциал свободной коррозии, скорость коррозии.

Введение

В силу своих индивидуальных характеристик каждая марка баббита используется в строго определённых узлах и механизмах. Основное их назначение заключается в заливке боковых поверхностей вкладышей подшипниковых опор, что позволяет существенно снизить коэффициент трения и обеспечить стабильность вращательного движения. Благодаря относительно низкой температуре плавления данные материалы способствуют плавному приработанному процессу трущихся деталей, что уменьшает износ новых элементов подшипников и продлевает срок их эксплуатации. Дополнительным преимуществом является образование в структуре баббита микроканалов в процессе работы, которые улучшают распределение смазки по поверхности трения. Высокая стойкость к коррозии обеспечивает возможность применения таких баббитов в условиях повышенной влажности и даже в водной среде [1, 2].

Баббит марки БТ по своему химическому составу во многом сходен с баббитом БН, однако вместо никеля в нём присутствует около 0,2 % теллура. В отличие от баббита Б16, сплав БТ характеризуется повышенной вязкостью, что делает его пригодным для работы в подшипниках, подвергающихся ударным нагрузкам, в частности в автомобильных и тракторных двигателях. Несмотря на сравнительно высокий коэффициент трения, баббит БТ получил широкое распространение благодаря способности к хорошей приработке и удовлетворительной пластичности. Проведение термической обработки способствует заметному повышению пластичности этого сплава при одновременном снижении его твёрдости [3, 4].

Бурное развитие современной техники обуславливает необходимость в материалах, способных надёжно функционировать в условиях сложных сочетаний силовых и температурных воздействий, а также при контакте с агрессивными средами и под действием высоких давлений. Одним из перспективных подходов к решению данной задачи является создание конструкционных материалов с повышенной коррозионной стойкостью, что обеспечивает им принципиально новые и во многих случаях уникальные эксплуатационные характеристики. Важно подчеркнуть, что разработка таких материалов в настоящее время выступает одним из приоритетных направлений современного материаловедения [5].

Целью настоящей работы является исследование влияния добавки индия на анодное поведение свинцового баббита $B(PbSb15Sn10)$, в среде 0.3%-ного раствора $NaCl$.

Материалы и методика исследования

Свинцовый баббит Б(PbSb15Sn10), содержащий 15 мас.% сурьмы, 10 мас. %, олова и свинец - остальное по ГОСТ 1320-74 (ИСО 4383-91) с индием получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 450 – 500 °С путём совместной плавки свинца марки С1 (99.985% Pb) ГОСТ 3778-77, олова марки ОВЧ-000 (99.999% Sn) ГОСТ 860-75, сурьмы металлической марки Су00 (99.9% Sb) ГОСТ 1089-82 и индия марки Гл-1 (99.9% Ga) ГОСТ 12797-77. Содержание индия в исходном сплаве составило 0.01; 0.1; 0.5; 1.0 мас. %. Из полученного расплава отливали цилиндрические образцы диаметром 8 мм и длиной 140 мм в металлический кокиль для испытаний. Для исследования электрохимических свойств торцевая часть образцов использовалась в качестве рабочего электрода.

Электрохимическое исследование образцов проводилось на импульсном потенциостате ПИ-50-1.1 с помощью программатора ПР-8, имеющего возможность автоматической записи в ЛКД-4. Температура раствора поддерживалась постоянной на уровне 25 °С, т.е. контролировался с помощью термостата МЛШ-8. Воспроизводимость результатов на электродах одного и того же состава была в пределах ± 2 мВ. Электрохимическое исследование свинцового баббита БГ (PbSb15Sn10) проводили по методике, описанной в работах [6, 7].

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Результаты исследования потенциала свободной коррозии свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с индием, в 0.3%-ного раствора NaCl представлены на рисунке 1. Как видно, от времени и содержания индия в исходном сплаве наблюдается смещение в область положительных значений величины потенциала свободной коррозии сплавов.

Коррозионно-электрохимические параметры свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с индием, в среде 0.3%-ного раствора приведены в таблице. Как видно, с увеличением содержания индия в свинцовом баббите потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации смещаются в положительную область значений. Легирование индием свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) повышает его коррозионную стойкость на 18%. Легирование индием снижает величину плотности тока коррозии исходного сплава.

Таблица. Коррозионно-электрохимические характеристики свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с индием, в среде раствора NaCl

Среда NaCl	Содержан ие индия в баббите	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии сплавов	
		−E _{св.кор.}	−E _{кор.}	−E _{п.о.}	−E _{рп.}	i _{кор.} · 10 ² , А/м ²	K · 10 ³ , г/м ² · ч
мас. %							
0.3	0.0	0.720	1.066	0.595	0.690	0.75	28.98
	0.01	0.709	1.049	0.580	0.680	0.67	25.90
	0.1	0.698	1.040	0.569	0.671	0.65	25.12
	0.5	0.688	1.030	0.560	0.662	0.63	24.34
	1.0	0.678	1.021	0.551	0.652	0.61	23.57

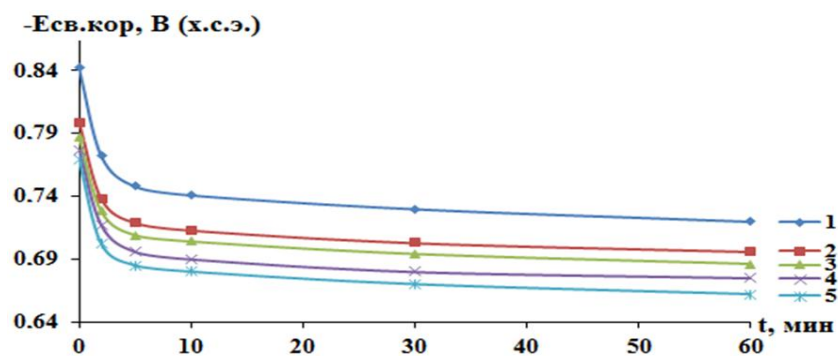


Рисунок 1. Потенциал свободной коррозии свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) (1) с индием, мас. %: 0.01 (2); 0.1 (3); 0.5 (4); 1.0 (5), в зависимости от времени, в среде 0.3%-ного раствора NaCl

На рисунке 2 представлены анодные ветви потенциодинамических кривых исследованных сплавов. Видно, что плотность тока коррозии исходного сплава уменьшается с увеличением концентрации индия в нем, а потенциалы свободной коррозии ($E_{св.кор.}$) и питтингообразование ($E_{п.о.}$) смещаются при этом в положительную область значений.

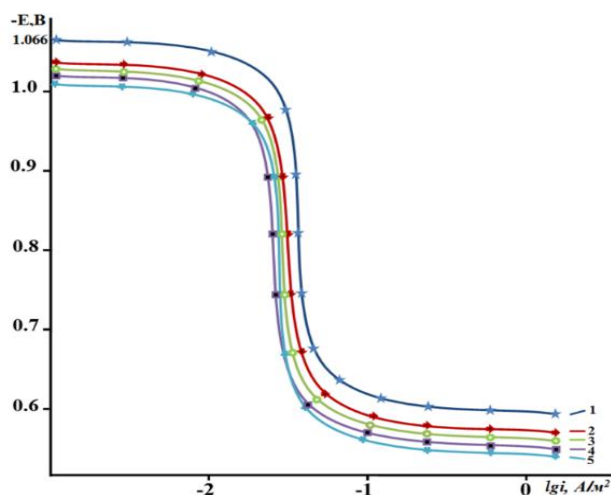


Рисунок 2. Потенциодинамические анодные поляризационные (2 мВ/с) кривые свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) (1), содержащего индия, мас. %: 0.01 (2); 0.1 (3); 0.5 (4); 1.0 (5), в среде 3.0%-ного раствора NaCl

Таким образом, на основе проведенных исследований установлена, что добавки индия в количествах 0,01 – 1,0 мас. % на 18% повышают коррозионную стойкость свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), в нейтральной среде 0,3% - ного водного раствора NaCl.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дунаев Ю.Д. Нерастворимые аноды на основе свинца. Алма-Ата: «Наука КазССР», 1978. – 316 с.
2. Семёнов А.П. Антифрикционные материалы: опыт применения и перспективы. Трение и смазка в машинах и механизмах // Машиностроение. 2007. №12. – С. 21-36.
3. Фильченков А.С., Иванов Г.В. Влияние химического состава на газонасыщенность и образование дефектов вспучивания переплава баббита БК2 // Сборник научных трудов материалов международной научно-практической конференции. 2006. Т. 3. № 3. С. 19-24.
4. Потехин Б.А., Илюшин В.В., Христюков А.С. Влияние способов литья на структуру и свойства оловянного баббита // МиТОМ. 2009, №8, С.16-21.
5. Бурашникова М.М., Иноземцева Е.В., Таланов С.Е., Казаринов И.А. Влияние состава свинцовых сплавов на проводимость коррозионного слоя

положительных решеток в свинцово-кислотном аккумуляторе // Электрохимическая энергетика. 2009. Т. 9. № 4. С. 209 – 217.

6. Ганиев И.Н., Махмадуллоев Р.З., Ходжаназаров Х.М., Амонзода И.Т. Влияние добавки бериллия на анодную устойчивость свинцового баббита б (PbSb15Sn10) в среде водного раствора NaCl // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2024. № 3. С. 63-76.

7. Ходжаназаров Х.М. Влияние щелочных металлов на коррозионно-электрохимическое поведение свинцовых баббитов Б (PbSb15Sn10) в среде раствора NaCl // Коррозия: защита, материалы. Приложение к журналу "Технология металлов". 2025. № 14. С. 17-24.

РАФТОРИ АНОДИИ БАББИТИ СУРБЌ Б (PbSb15Sn10) БО ИНДИЙ ЧАВҲАРОНИДАШУДА ДАР МАҲЛУЛИ 0,3% NaCl

¹Хочаназаров Х.М., ¹Ганиев И.Н., ¹Саидов Ш.Х., ²Одиназода Х.О.

¹МДИ “Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия: Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши таъсири иловаи индий (0,01 ÷ 1,0% мас.) ҳамчун тағирдиҳандаи сохтор ба рафтори анодии баббиту сурбӣ Б (PbSb15Sn10) дар маҳлули 0,3% NaCl оварда шудааст. Тадқиқотҳо бо истифода аз усули потенциостатикӣ дар речаи потенциодинамикӣ бо суръати потенциалии 2 мВ/сон. гузаронида шуданд. Тадқиқотҳо нишон доданд, ки бо мурури замон потенциали коррозии озоди ҳулаҳо ба тарафи мусбӣ мегузарад ва бо зиёд шудани консентратсияи иловаи индий дар баббит сурбӣ бас самти қимматҳои мусбӣ майл мекунад. Чавҳаронидани баббит сурбӣ Б (PbSb15Sn10) бо индий то 18% муқовимат ба коррозии онро зиёд мекунад.

Калимаҳои калидӣ: баббит сурбӣ Б (PbSb15Sn10), индий, усули потенциостатикӣ, рафтори электрохимиявӣ, маҳлули 0,3% NaCl, потенциали коррозии озод, суръати коррозия.

ANODIC BEHAVIOR OF LEAD BABBITTE B (PbSb15Sn10) DOPED WITH INDIUM IN A 0.3% NaCl SOLUTION

¹Khojanazarov Kh.M., ¹Ganiev I.N., ¹Saidov Sh.Kh., ²Odinazoda H.O.

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation: The article presents the results of a study of the effect of indium additive (0.01 ÷ 1.0 wt.%) as a structure modifier on the anodic behavior of lead babbitt B (PbSb15Sn10) in a 0.3% NaCl solution. The studies were carried out using the potentiostatic method in the potentiodynamic mode with a potential scan rate of 2 mV/s. The studies have shown that over time, the free corrosion potential of alloys shifts to the positive side and with an increase in the concentration of indium additive in lead babbitt, it acquires a positive value. Alloying lead babbitt B (PbSb15Sn10) with indium to 25% increases its corrosion resistance.

Keywords: lead babbitt B (PbSb15Sn10), indium, potentiostatic method, electrochemical behavior, 0.3% NaCl solution, free corrosion potential, corrosion rate.

... ————— || ◇ || ————— ...

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Zn-Li, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТЕ 0,03%-НОГО NaCl

¹Ганиев И.Н., ²Табаров Б.Ш., ¹Ходжаназаров Х.М., ³Алиева Л.З.

¹ГНУ «Институт химии В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан.

²Таджикский технический университет им. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

³Государственное учреждение «Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация. В работе приведены результаты исследования анодного поведения сплавов системы Zn-Li в среде электролита 0.03%-ного NaCl. Показано, что добавка лития (0.01-0.5 мас.%) улучшает коррозионную стойкость цинка на 7%. С ростом концентрации лития в исходном сплаве потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации смещаются в положительную область значений.

Ключевые слова: сплавы Zn-Li, анодное поведение, потенциостатический метод, потенциал свободной коррозии, потенциалы питтингообразования и репассивации, скорость коррозии.

Цинк и его соединения занимают особое место в ряду металлов, которые активно применяются в различных отраслях промышленности и производства. На начале XIX века цинк добывался в мировом масштабе не более 900 тонн в год, однако сейчас добыча цинка в мировых масштабах превышает показатель в 10 миллионов тонн ежегодно. Цинк нашёл широкое применение в современных условиях в зависимости от его сортности, для получения цинковых соединений, цинковых полуфабрикатов, сплавов на основе цинка, а также для цинкования стальных изделий [1].

Цинк широко используется в цинковании различных изделий в качестве защиты от коррозионных воздействий, кроме чистого цинка, сплавы на его основе также хорошо защищают поверхности от коррозии. Цинкованию подвергаются различные изделия – это листовая сталь, проволока, детали автомашин, приборов, трубы и различные виды арматуры. Так, в строительстве, расход цинка составляет примерно 50% от всего получаемого металлического цинка и примерно 65% оцинкованной листовой стали. Также одним из основных потребителей цинка является автомобильная промышленность, в которой используются оцинкованные листы [2, 3].

В промышленности практически не применяется нелегированный цинк, который по сравнению с легированным обладает более низкими механическими, технологическими и физическими свойствами. Поэтому для улучшения различных характеристик цинка принято легировать его различными добавками с целью улучшения определённых заданных свойств [4].

Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния добавки лития на анодное поведение цинка, которые могут использоваться в качестве эффективных покрытий и протекторов для повышения коррозионной стойкости стальных конструкций, изделий и сооружений.

Материалы и методика эксперимента

Для изучения электрохимических свойств сплавов системы Zn-Li применяли потенциостатический метод исследования. Сплавы для коррозионно-электрохимических исследований получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ. Сплавы цинка содержали 0,01-0,5 мас.% лития.

Исследование коррозионно-электрохимического поведения сплавов проводилось, в среде электролита 0.03%-ного NaCl при скорости развёртки потенциала 2мВ/с на потенциостате ПИ-50.1.1 по методикам, описанным в работах [5, 6].

Как видно из таблицы 1 с увеличением концентрации хлорид-иона потенциал свободной коррозии сплавов цинка с литием растёт, что свидетельствует о росте коррозионной стойкости цинка к воздействиям хлорид-иона. Сравнивая потенциал

свободной коррозии цинка и сплавов с добавками лития, в среде электролита 0.03%-ного NaCl можно отметить, что его значение для исходного цинка составляет: -0.964 В а у сплавов с добавками 0.5 мас.% лития оно равняется: -0.941 В, соответственно.

Таблица 1. Изменение потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{\text{св.кор.}}$, В) сплавов системы Zn-Li во времени, в среде электролита 0.03%-ного NaCl

Среда, NaCl	Содержание лития в цинке	Время, мин.								
		1/5	1/3	2	5	20	30	40	50	60
мас. %										
0,03	-	1,075	1,030	0,996	0,980	0,973	0,970	0,968	0,966	0,964
	0.01	1,027	1,000	0,968	0,950	0,940	0,936	0,932	0,929	0,929
	0.05	1,018	0,990	0,960	0,939	0,926	0,920	0,915	0,913	0,913
	0.1	1,005	0,983	0,952	0,928	0,913	0,906	0,900	0,895	0,893
	0.5	1,000	0,977	0,940	0,911	0,892	0,886	0,880	0,876	0,876

Анодные ветви поляризационных кривых сплавов системы Zn-Li, в среде электролита 0,03% -ного NaCl приведены на рисунке. Ход кривых показывает, что с увеличением концентрации второго компонента (лития) происходит их смещение в положительную область и при этом повышается потенциал питтингообразования у сплавов по сравнению с чистым цинком. Кривые 2 и 5 с добавками 0.01 и 0.5 мас.% лития смещены в область более положительных значений потенциалов по сравнению с кривой 1 для исходного цинка. Подобная тенденция имеет место и в других исследованных средах (таблица 2).

Результаты коррозионно-электрохимических исследований сплавов системы Zn-Li представленные в таблице 2 свидетельствует о том, что добавка лития в пределах 0.01 ÷ 0.5 мас.% к цинку в среде электролита NaCl сдвигает потенциалы коррозии, репассивации и питтингообразования в положительную область значений и одновременно с этим повышается коррозионная стойкость цинка. Скорость коррозии имеет минимальное значение при легировании цинка 0.5 мас.% литием (на 20% меньше по сравнению с чистым цинком), что является оптимальным в коррозионном отношении (таблица 2).

Учитывая питтинговый механизм коррозии сплавов цинка, особое внимание было уделено определению потенциала питтингообразования сплавов и влиянию концентрации легирующего элемента и электролита на данную характеристику сплавов. Возникновение питтинга связано с нарушением пассивного состояния на отдельных участках поверхности металлов и сплавов в результате воздействия анионов-активаторов. На этих участках происходит ускоренное разрушение оксидных плёнок, что вызывает местное активирование. Последнее может быть связано также с адсорбционным вытеснением кислорода анионами-активаторами на участках, на которых прочность связи кислорода с металлом меньше, чем с анионами.

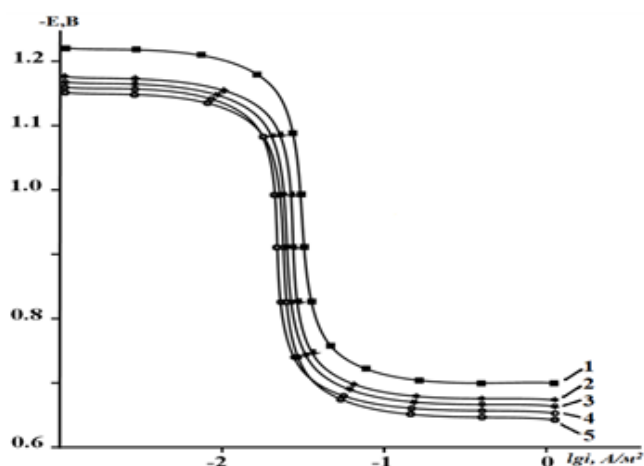


Рис. Анодные поляризационные (2мВ/с) кривые сплавов системы Zn-Li содержащего лития, мас. %: 0,0 (1); 0.01 (2); 0.05 (3); 0.1 (4); 0.5 (5), в среде электролита 0,03%-ного NaCl.

Что касается сплавов Zn-Li, то результаты, приведённые в таблице 2 показывают, что с увеличением концентрации лития до 0.5 мас.% питтингоустойчивость сплавов увеличивается, о чём свидетельствует смещение потенциала питтингообразования в более положительную область значений.

Таблица 2. Коррозионно-электрохимические характеристики сплавов системы Zn-Li, в среде электролита NaCl

Среда NaCl	Содержание лития в цинке мас. %	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В				Скорость коррозии	
		-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	-E _{по.}	-E _{реп.}	i _{кор.} · 10 ² , А/м ²	K · 10 ³ , г/м ² · ч
0,03	-	0,964	1,223	0,700	0,770	7,4	90,2
	0.01	0,929	1,177	0,670	0,738	6,8	82,9
	0.05	0,913	1,169	0,662	0,730	6,6	80,5
	0.1	0,893	1,161	0,654	0,722	6,4	78,0
	0.5	0,876	1,153	0,646	0,614	6,2	75,6

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать сплавы Zn-Li в качестве коррозионностойкого сплава (скорость коррозии которой на 7% ниже, чем исходный цинк) с оптимальным содержанием лития 0.01÷0.5 мас. %.

Заключение

Исследованием влияния добавки лития на анодное поведение цинка показано, что легирование позволяет повысить коррозионную стойкость цинка на 20%, в среде электролита NaCl. Экспериментально показано, что легирование цинка литием смещает в положительную область значений потенциалов свободной коррозии, питтингообразования и репассивации, что в целом благоприятно влияют на его коррозионную устойчивость. Выполненные исследования по установлению анодных характеристик сплавов цинк с литием позволяют рекомендовать их в качестве базового сплава при изготовлении антифрикционных материалов и получить при этом значительный экономический эффект за счет снижения материалоемкости единицы продукции, увеличения их срока службы и надежности.

Литература

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ МАРКИ А7Е С ЦИНКОМ

¹Ганиев И.Н., ¹Джайлоев Дж.Х., ²Одиназода Х.О., ³Рашидов А.Р.

¹Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе,
Республика Таджикистан.

²ГУ «Центр по исследованию инновационных технологий НАНТ», г. Душанбе,
Республика Таджикистан.

³Институт энергетики Таджикистана, г. Курган-Тюбе, Республика
Таджикистан.

Аннотация. Приведены результаты исследования кинетики окисления сплавов системы Al-Zn, термогравиметрическим методом. По результатам исследований установлено, что добавка цинка от 0,01 до 0,5 мас. % уменьшает скорость окисления исходного сплава А7Е, что сопровождается увеличивается величины кажущейся энергии активации процесса окисления. Построением квадратичных кинетических кривых окислений сплавов в виде зависимостей удельного привеса сплавов от продолжительности времени окисления установлен механизм окисления сплавов.

Ключевые слова: алюминиевого сплава системы Al-Zn, цинка, термогравиметрический метод, кинетика окисления, истинная скорость окисления, кажущаяся энергия активации.

Проводниковый алюминий содержит несколько десятых процента примесей (в сумме не более 0,5 мас.%), из которых главными являются железо и кремний. Согласно ГОСТ 31947-2012 для кабельных и токопроводящих изделий применяется алюминий марок А7, А6, А5Е, содержащих, соответственно 99,7, 99,6, 99,5% алюминия. Сумма железа и кремния в проводниковом алюминии не должно превышать 0,45%, а всех примесей не более 0,5%.

Как известно, на коррозию алюминиевых проводов влияют их химический и фазовый состав, а также дефекты поверхности (закаты, плены и т.п.), происходящие от трещин, образовавшихся на заготовках во время прокатки.

Другой разновидности причин коррозии алюминиевых проводов являются дефекты монтажа: порча поверхности проводов вследствие протаскивания по твердому грунту, загрязнение поверхности проводов известью при протаскивании по известковой почве.

Алюминий, несмотря на свою высокую химическую активность, в чистом воздухе очень стоек, т.к. быстро покрывается тонкой оксидной плёнкой (толщина порядка 10^{-6} мм), которая препятствует его дальнейшему окислению. Очень чистый алюминий также стоек против действия электролитов, но присутствующие в техническом алюминии примеси понижают его стойкость против коррозии.

Как выше отмечалось постоянными примесями в алюминии, ведущими своё начало от сырья и материалов, служащих для его производства, являются кремний и железо, которые нормируются.

Отдельные примеси влияют на коррозию алюминия в различной степени в зависимости от того, в каком виде они в нем присутствуют. Кремний при комнатной температуре в алюминии практически не растворяется и присутствует в форме включений. Закалка способствует переходу кремния в твердый раствор или тонкодисперсную форму менее вредную в смысле коррозии, но такая обработка понижает электропроводность алюминия и для электропроводов не применяется.

Включения элементарного кремния, по наблюдениям некоторых авторов, являются центрами микрокоррозии алюминия, что следует отнести за счёт их отрицательного потенциала (-0,421 В), чем потенциал алюминия (-0,525 В).

Железо в алюминии образует соединение Al_3Fe , нерастворимое в алюминии в твердом состоянии. При совместном присутствии кремния и железа образуется соединение $Al_6Fe_2Si_3$. Растворимость этого соединения в алюминии при

обыкновенной температуре также ничтожна, хотя при более высоких температурах несколько большая, чем алюминид железа [1-5].

Показано, что с ростом температуры скорость окисления сплавов алюминия с цинком, в твердом состоянии увеличивается. Добавки цинка до 0,5 мас.% увеличивает устойчивость алюминия. Установлено, что окисление сплавов алюминия марки А7 с цинком подчиняется гиперболическому закону.

Для исследования влияния цинка на кинетику окисления алюминия, в твердом состоянии, были синтезированы сплавы с содержанием цинка от 0.01 до 0.5 мас.%. Исследование проводили в атмосфере воздуха при температурах 673К, 773К и 873К. Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплавов системы Al-Zn, представлены в таблицах 1 и на рисунках 1.

Таблица 1 – Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплавов системы Al- Zn, в твёрдом состоянии

Содержание цинка в алюминии, мас.%	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	Кажущаяся энергия активации, кДж/моль
0.0	673	2.78	164.4
	773	3.05	
	873	3.52	
0.01	673	2.71	169.6
	773	2.98	
	873	3.46	
0.05	673	2.66	174.9
	773	2.92	
	873	3.38	
0.1	673	2.57	178.0
	773	2.86	
	873	3.34	
0.5	673	2.51	183.1
	773	2.75	
	873	3.27	

Вычисление кажущейся энергии активации процесса окисления сплавов показывают, что добавки цинка (до 0.5%) уменьшают скорость окисления, сплавов что сопровождается повышением величины кажущейся энергии активации окисления с 164,4 до 183,1 кДж/моль (таблица 1).

Скорости окисления сплавов, содержащих 0.01, 0.05, 0.1 и 0.5 мас.% цинка, при исследованных температурах несколько меньше, для сплавов, чем у чистого алюминия. Оксидные плёнки, сформировавшиеся в начале процесса окисления, не обладают защитными свойствами, что свидетельствует о росте скорости окисления сплавов от температуры в первоначальный период.

Скорость окисления сплавов рассчитан по касательным проведённым от начало координата к кривым окисления по формуле $K = g/s \cdot \Delta t$ и для сплава, содержащего 0.5% цинка, изменяется от $2,51 \cdot 10^{-4}$ до $3,27 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, при 673К и 873К. Энергия активации процесса, окисления рассчитанная по углу наклона зависимости $\lg K - 1/T$ для данного сплава равняется 183,1 кДж/моль (таблица 1).

Отмечается повышение скорости окисления образцов от температуры (рисунки 1). Окисление сплавов протекают по разным механизмам. Сплавы с 0.01, 0.05, 0.1 и 0.5 мас.% цинка первоначально окисляются интенсивно и к 15 мин. процесс становится близким к нулю. При этом наблюдается проявления защитной оксидной пленки.

Кинетические кривые окисления в координатах (g/s)-t для сплавов алюминия с 0.01- 0.5 мас.%. цинка представлены на рисунке 1.

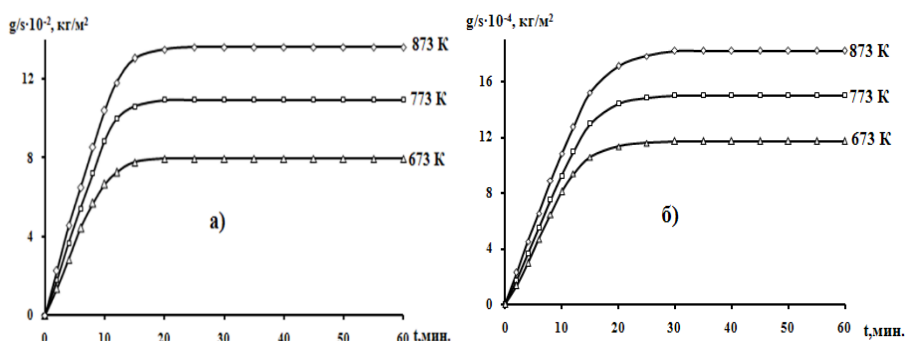


Рисунок 1 – Кинетические кривые окисления алюминия марки А7 (а), сплава, содержащего 0.01(б) мас. % цинка, в твёрдом состоянии.

Список литературы

1. Усов В.В., Займовский А.С. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике Том II. -М.: Госэнергоиздата, 1957. 184с.
2. Алюминиевые сплавы: свойства, обработка, применение / Отв. ред. Л.Х. Райтбарга. - Изд. 13-е, перераб. и доп. -М.: Металлургия, 1979. 679 с.
3. Альтман М.Б. и др. Промышленные алюминиевые сплавы. М.: Металлургия, 1984. 528с.
4. Холов Ё.Дж., Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Ганиева Н.И., Абулхаев В.Д. Кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей») с кадмием, в твердом состоянии / Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2021. Т. 24, № 2. -С. 131—137. (SCOPUS - Q3).
5. Холов Ё.Дж., Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Ходжаназаров Х.М. Кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («Алдрей») с кальцием, кадмием и сурьмой в твердом состоянии / Пермский национальный исследовательский политехнический университет. 2024. № 2, С. 72-85.

ТАДҚИҚОТИ КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИИИ ТАМҒАИ А7Е БО ЦИНК

¹Ганиев И.Н., ¹Чайлоев Қ.Х., ²Одиназода Х.О., ³Рашидов А.Р.

¹Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²МД «Маркази тадқиқоти технологияҳои инноватсионии АМИТ», ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³Институти энергетикӣ Тоҷикистон, ш. Курғонтеппа, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия: Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти кинетикаи оксидшавии хӯлаи системаи Al - Zn бо усули термогравиметрикӣ оварда шудааст. Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқот муайян карда шуд, ки иловаи руҳ аз 0,01 то 0,5 вазн.% суръати оксидшавии хӯлаи алюминийи А7Е кам мешавад, ки бо афзоиши энергияи фаъолишавии раванди оксидшавӣ ҳамроҳ мешавад. Бо сохтани қачҳои кинетикии квадратии оксидшавии хӯлаҳо дар шакли вобастагии афзоиши алоҳидаи хӯлаҳо аз давомнокии вақти оксидшавӣ механизми оксидшавии хӯлаҳо муқаррар карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи системаи Al-Zn, руҳ, усули термогравиметрикӣ, кинетикаи оксидшавӣ, суръати ҳақиқии оксидшавӣ, энергияи зоҳирии фаъолишавӣ.

INVESTIGATION OF THE KINETICS OF OXIDATION OF A7E GRADE ALUMINUM ALLOYS WITH ZINC

¹Ganiev I.N., ¹Jailoev J.H., ²Odinazoda H.O., ³Rashidov A.R.

Повышение механической прочности алюминия возможно за счет введения легирующих добавок, т. е. создания сплавов. В этом случае механическая прочность возрастает, вызывая заметное повышение электрического сопротивления [1].

При создании проводниковых сплавов необходимо выполнение следующих основных требований. Выбирать такие легирующие элементы (или добавки), которые наряду с увеличением прочностных свойств, мало повышали бы электрическое сопротивление алюминия.

Легирующие добавки должны повышать температуру рекристаллизации алюминия и его устойчивость от воздействия температур. Введение легирующих добавок должно быть направлено на улучшение его технологических свойств: способности к сварке, пайке и др. Для удовлетворения нужд электротехнической промышленности необходим целый ряд сплавов с различным сочетанием свойств, т.е. прочности, пластичности и электропроводности. В этом отношении определяющее значение имеет сумма легирующих добавок [1].

Для улучшения эксплуатационных свойств алюминиевый сплав E-AlMgSi (“алдрей”) легировали оловом. Сплавы получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750-800⁰С путем добавления в расплав исходного алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”) металлической олово. Состав полученных сплавов контролировался взвешиванием шихты и полученных сплавов. При отклонении массы сплавов более чем на 1-2% отн. синтез сплавов проводился заново.

Из полученных, таким образом, расплавов в металлический кокиль отливались цилиндрические образцы диаметром 10 мм и длиной 140 мм. Торцевая часть образцов служила рабочим электродом для исследования электрохимических свойств. Рабочие электроды перед исследованием зачищались наждачной бумагой, последовательно переходя от крупнозернистого к мелкозернистому наждаку (№2-00). Таким образом, подготовка поверхности электрода заключалась в основном в его механической обработке. На последней стадии поверхность электрода очищалась спиртом.

При снятии потенциодинамических кривых на потенциостате ПИ-50-1.1 также приводилось катодная поляризация поверхности электрода и расчёт тока коррозии по ним. Результаты исследования, проведённые по методикам описанной в работах [2-5] приведены в табл. 1 и 2.

Результаты исследований показывают, что добавка олово смещает в область положительных значений потенциал свободной коррозии сплава

E-AlMgSi (“алдрей”). При этом, чем больше добавка легирующего компонента, тем положительнее потенциал свободной коррозии (табл. 1). От содержания оловом в исходном алюминиевом сплаве E-AlMgSi (“алдрей”) потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации также смешаются в положительную область значений.

Скорость коррозии сплавов от концентрации легирующего компонента уменьшается с 27,47 г/(м²·час) для исходного сплав до 23,78 г/(м²·час) для сплава, содержащего 1.0 мас.% оловом (табл. 2).

Таким образом, показано, что олово может использоваться в качестве легирующей добавки для улучшения коррозионной стойкости алюминиевого профодникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”).

Таблица 1. Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии (-Е_{св.кор.}, В) алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”) от содержания оловом, в среде 3.0%- ного NaCl

Время выдержки, минут	Содержания олово в сплаве, мас. %				
	0.0	0.05	0.1	0.5	1.0
0	0,946	0,918	0,910	0,899	0,885

0,15	0,937	0,911	0,900	0,888	0,874
0,2	0,930	0,904	0,893	0,882	0,867
0,3	0,922	0,897	0,886	0,875	0,861
0,4	0,914	0,889	0,879	0,868	0,855
0,5	0,907	0,882	0,873	0,862	0,849
0,6	0,900	0,875	0,867	0,856	0,843
2	0,894	0,869	0,861	0,850	0,838
3	0,888	0,863	0,855	0,845	0,833
4	0,883	0,858	0,850	0,840	0,829
5	0,878	0,853	0,845	0,835	0,825
10	0,873	0,849	0,841	0,831	0,821
20	0,869	0,845	0,837	0,828	0,818
30	0,865	0,842	0,834	0,825	0,815
40	0,862	0,839	0,831	0,822	0,813
50	0,860	0,837	0,829	0,820	0,812
60	0,860	0,836	0,829	0,820	0,812

Таблица 2. Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с оловом, в среде электролита 3.0%-ного NaCl

Содержание олово в сплаве, масс. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии	
	-E _{св.кор}	-E _{кор}	-E _{п. о}	-E _{рп}	i _{кор.10} , А\М ²	K·10 ³ , г\М ² ·ч
-	0,919	1,240	0,735	0,800	0,082	27,47
0.05	0,902	1,218	0,712	0,774	0,078	26,13
0.1	0,894	1,210	0,704	0,770	0,075	25,12
0.5	0,886	1,202	0,698	0,765	0,073	24,45
1.0	0,879	1,194	0,690	0,758	0,071	23,78

Литературы

1. Усов В.В., Займовский А.С. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике. Том II. -М.: Госэнергоиздата, 1957-184 с.
2. Ганиев И.Н., Абдулаков А.П., Джайлоев Дж.Х., Алиев Ф.А., Рашидов А.Р. Коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с оловом, в среде электролита NaCl // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2019. Т. 22. № 2. С. 128-134 (Scopus).
3. Ганиев И.Н., Абдулаков А.П., Джайлоев Дж.Х., Ганиева Н.И. Влияние добавок свинца на анодное поведение проводникового алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”), в среде электролита NaCl // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. № 2. С. 109-113.
4. Абдулаков А.П., Ганиев И.Н., Алиев Ф.А., Холов Ё.Дж., Рашидов А.Р. Анодное поведение проводникового алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с оловом, в среде электролита 0.03%-ного NaCl // Мат. Респ. научно-прак. конф. «Актуальные проблемы индустриализации Республики Таджикистан: проблемы и стратегии». Част 1. ТУТ. г. Душанбе. -2019. -С. 11-15.
5. Ганиев И.Н., Абдулаков А.П., Джайлоев Дж.Х., Ганиева Н.И., Сафаров А.М., Холов Ё.Дж. Анодное поведение алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с висмутом, в среде электролита 0,3%-ного NaCl // Мат. Респ. научно-теор. конф. «Проблемы современной химии и состояния ее внедрения в учебный процесс». Дангара: ДГУ, 2022. С.182-184.

РАФТОРИ КОРРОЗИОНҲ-ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ ХҶЛАИ НОҚИЛИИ АЛЮМИНИИ E-AlMgSi (“алдрей”) БО ҚАЛЪАҒӢ, ДАР МУҲИТИ МАҲЛУЛИ 3.0% NaCl

¹Ганиев И.Н., ¹Чайлоев Ҷ.Ҳ., ¹Сафаров А.М., ²Абдулақов А.П.

¹Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи давлатии Данғара, ш. Данғара, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Бо усули потенциостатикӣ ҳангоми суръати паҳнкунии потенциали 2мВ/с рафтори коррозий-электрохимиявии хӯлаи алюминийи E-AlMgSi (“алдрей”) бо қалъағӣ дар муҳити маҳлули 3,0% NaCl тадқиқ карда шуд. Вобастагии тағйирёбии потенциали зангзании озод аз вақт барои хӯлаи ибтидоии E-AlMgSi (“алдрей”) ва хӯлаҳои бо қалъағӣ тағйирёбии потенциалро ба минтақаи арзишҳои мусбат нишон медиҳанд. Қайд карда шуд, ки афзоиши консентратсияи қалъағӣ ба тағйирёбии потенциалҳои зангзании озод, репассиватсия ва пitting-шавӣ ба минтақаи арзишҳои мусбат оварда мерасонад.

Калимаҳои калидӣ: Хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi (“алдрей”); қалъағӣ; усули потенциостатикӣ; маҳлули 3,0% NaCl; потенциали зангзанӣ; потенциали пitting-шавӣ; суръати зангзанӣ.

CORROSION AND ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF CONDUCTIVE ALUMINUM ALLOY E-AlMgSi (“aldrey”) WITH TIN, IN A SOLUTION OF 3.0% NaCl

¹Ganiev I.N., ¹Jailoev J.H., ¹Safarov A.M., ²Abdulakov A.P.

¹Institute of Chemistry named after V. I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Dangara State University, Dangara, Republic of Tajikistan

Annotation. The corrosion–electrochemical behavior of the aluminum alloy E-AlMgSi (“aldrey”) with tin in the medium of a 3.0% NaCl solution was investigated by a potentiostatic method at a potential sweep rate of 2 mV/s. The dependence of the change in the free corrosion potential on time for the initial E-AlMgSi (“aldrey”) alloy and alloys with tin shows a potential shift to the region of positive values. It is noted that an increase in the concentration of tin leads to a shift in the potentials of free corrosion, passivation and pitting formation to the region of positive values.

Keywords: aluminum conductor alloy E-AlMgSi (“aldrey”); tin; potentiostatic method; 3.0% NaCl solution; corrosion potential; pitting potential; corrosion rate.

.....

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА МАРКИ А6 С КРЕМНИЕМ

Г.К. Бексентова, И.Н. Ганиев, А.Г. Сафаров, Ф. Холмуродов, К.А. Рузиев

Физико-технический институт им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail:

amirsho71@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования температурной зависимости коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава марки А6 с кремнием в диапазоне температуры 300–800К. Установлено, что температура и легирующий компонент в изученном концентрационном интервале (0,5 - 1,5 мас. %) увеличивают коэффициент теплоотдачи исходного сплава.

Ключевые слова: алюминиевый сплав марки А6, кремний, режим «охлаждения», коэффициент теплоотдачи, температурная зависимость.

Все изделия, используемые в промышленности, способны передавать и сохранять температуру контактирующего с ним предмета или окружающей среды [1]. Способность отдачи тепла одного тела другому зависит от вида материала, через который проходит этот процесс. Свойства металлов позволяют передавать тепло от одного предмета к другому, с определенными изменениями, в зависимости от структуры и размера металлической конструкции [2].

Таким образом, для возникновения теплового потока, т.е. процесса теплоотдачи между различными областями пространства необходимо и достаточно, чтобы в этих областях имели место разность температур. При этом тепловой поток направлен в сторону меньших температур [3, 4].

Коэффициент теплоотдачи металлов - один из параметров, определяющих их экспериментальные возможности. Определение коэффициента теплоотдачи металлов играет важную роль в некоторых областях, например в металлургии, радиотехнике, машиностроении, строительстве. В настоящее время существует множество различных методов, с помощью которых можно определить коэффициент теплоотдачи металлов [5].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния добавок кремния на коэффициент теплоотдачи алюминиевого сплава марки А6. Поскольку сплав на основе алюминия обладает высокой коррозионной стойкостью, он идеально подходит для высоких уровней влажности и тепла. Этот тип сплава также полезен из-за его высокой теплопроводности, комфортности и производимых качеств. Однако в литературе практически отсутствуют экспериментальные данные о коэффициенте теплоотдачи этого сплава.

Исследования температурной зависимости коэффициента теплоотдачи указанных сплавов провели путём измерения теплоёмкости. Для двух образцов одинакового размера, теплоёмкость определяется по формуле:

$$C_{p_2}^0 = C_{p_1}^0 \cdot \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (1)$$

где m_1 и m_2 - массы образцов из эталона и исследуемого сплава, соответственно, $\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1$, $\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2$ - скорости охлаждения образцов из эталона и исследуемых сплавов, C_{p_1} - удельная теплоёмкость эталона.

Подробная методика исследования теплоёмкости и коэффициента теплоотдачи сплавов в режиме «охлаждения» описана в работах [6, 7].

В наших исследованиях шаг измерения температуры составил 0,1 К. Временной интервал фиксации температуры составлял 10 с. Относительная ошибка измерения температуры в интервале от 40 до 400°C составляла $\pm 1\%$, а при более 400°C $\pm 2,5\%$. Погрешность измерения теплоёмкости в нашем случае по предлагаемой методике не превышает 1-2%. Вся обработка результатов производилась по программе MS Excel и графики строились с помощью программы Sigma Plot 10.0. Коэффициент корреляции составил не менее 0,998.

Экспериментально полученные кривые охлаждения образцов из алюминиевого сплава марки А6 с кремнием представлены на рис. 1а и описываются уравнением вида:

$$T = ae^{-b\tau} + pe^{-k\tau}. \quad (2)$$

Дифференцируя уравнение (2) по τ , получаем уравнение для определения скорости охлаждения образцов из сплавов:

$$\frac{dT}{d\tau} = -abe^{-b\tau} - pke^{-k\tau}. \quad (3)$$

Значения коэффициентов a , b , p , k , ab , pk в уравнении (3) для исследуемых образцов приведены в таблице 1. Кривые зависимости скорости охлаждения от температуры для образцов из алюминиевого сплава марки А6 с кремнием представлены на рис. 1б.

Таблица 1 - Значения коэффициентов a , b , p , k , ab , pk в уравнении (3) для алюминиевого сплава марки А6 с кремнием и эталона (Al марки А5N)

Содержание кремния в алюминии марки А6, мас. %	a, K	$b \cdot 10^{-3}, c^{-1}$	p, K	$k \cdot 10^{-4}, c^{-1}$	$ab, K \cdot c^{-1}$	$pk \cdot 10^{-2}, K \cdot c^{-1}$
А6	480,7571	4,58	335,0815	1,27	2,20	4,26
0,5	480,7416	4,58	333,5977	1,28	2,20	4,26
0,8	480,7259	4,58	332,1142	1,28	2,20	4,26
1,0	480,7048	4,58	330,1364	1,29	2,20	4,27
1,5	480,6898	4,58	328,7521	1,30	2,20	4,27
Эталон	473,085	4,67	344,7507	1,55	2,21	5,35

Далее по рассчитанным значениям величин скоростей охлаждения образцов из сплавов по уравнению (1) была вычислена удельная теплоёмкость алюминиевого сплава марки А6 с кремнием. Получено следующее общее уравнение температурной зависимости удельной теплоёмкости сплавов и эталона (Al марки А5N):

$$C_p^0 = a + bT + cT^2 + dT^3. \quad (4)$$

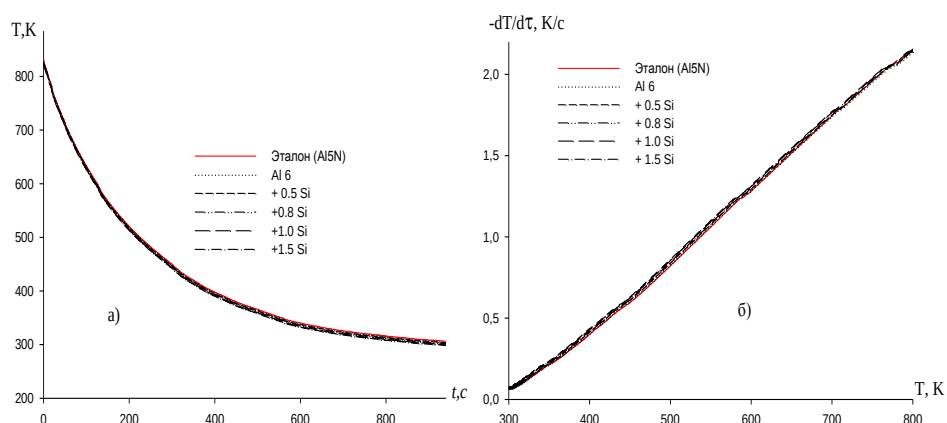


Рис 1. График зависимости температуры от времени охлаждения (а) и скорости охлаждения от температуры (б) для образцов системы алюминий-кремний и эталона (Al марки А5N)

Значения коэффициентов уравнении температурной зависимости теплоёмкости (4) для алюминиевого сплава марки А6 с кремнием, представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения коэффициентов a , b , c , d в уравнении (4) для алюминиевого сплава марки А6 с кремнием, и эталона (Al марки А5N)

Содержание Si в алюминии марки А6, мас. %	$a, \text{Дж/кг} \cdot \text{K}$	$b, \text{Дж/кг} \cdot \text{K}^2$	$c, \text{Дж/кг} \cdot \text{K}^3$	$d \cdot 10^{-7}, \text{Дж/кг} \cdot \text{K}^4$	Коэффициент корреляции (R^2)
Эталон	690,3491	1,0100	-0,00127	9,13	1,000
Al марки А6	688,6392	1.0113	-0,00127	9.14	0.999
0.5Si	686.3061	1.0200	-0,00128	9.16	0.998
0.8Si	685.5782	1.0250	-0,00129	9.19	0.998
1.0 Si	684.4395	1.0257	-0,00129	9.20	0.998
1.5Si	682.3311	1.0322	-0,00130	9.24	0.998

С использованием рассчитанных значений теплоёмкости и экспериментально полученных величин скоростей охлаждения образцов, нами был вычислен коэффициент теплоотдачи $\alpha(T)$ для алюминиевого сплава марки А6 с кремнием по

формуле:

$$\alpha = \frac{c_p^0 \cdot m \cdot \frac{dT}{dt}}{(T - T_0) \cdot S}, \quad (5)$$

где T и T_0 – температуры образца и окружающей среды, S и m – площадь поверхности и масса образца, соответственно.

На рисунке 3 приведены результаты расчёта коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава марки А6 с кремнием, в зависимости от температуры. Видно, что добавки кремния и рост температуры увеличивают коэффициент теплоотдачи исходного сплава.

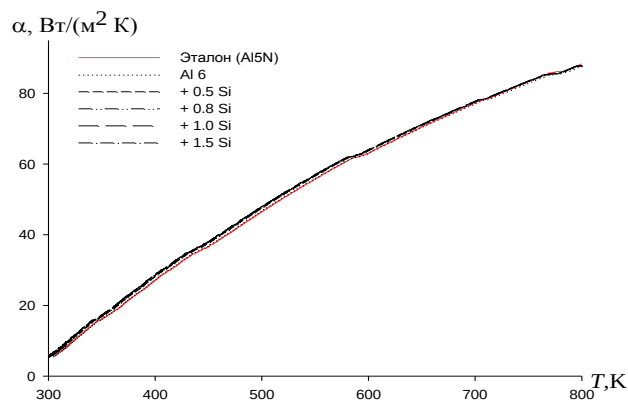


Рис. 3. Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава марки А6 с кремнием и эталона (Al марки А5N)

Таким образом, в режиме «охлаждения» по известной теплоёмкости эталонного образца из алюминия (Al марки А5N) и скоростей охлаждения образцов, установлен коэффициент теплоотдачи алюминиевого сплава марки А6 с кремнием. Показано, что с повышением температуры и содержания кремния в сплаве коэффициент теплоотдачи увеличивается.

Список литературы

1. Фокин В.М., Бойков Г.П., Видин Ю.В. Основы технической теплофизики. М.: Машиностроение-1, 2004. 172 с.
2. Исаченко В.П. Осипова В.А. Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергия, 1969. 440 с.
3. Ларионов Н. Н. Общая теплотехника. М.: Стройиздат, 1975. 559 с.
4. Мирам А.О., Павленко В.А. Техническая термодинамика. Тепломассообмен: учебник для вузов. М.: АСВ, 2011. 351 с.
5. Белов С.В. Коэффициенты теплоотдачи в пористых металлах // Теплоэнергетика. 1976. № 3. С. 74-77.
6. Ганиев И.Н., Холмуродов Ф., Сафаров А.Г., Нуров Н.Р., Якубов У.Ш. Влияние добавок олова, свинца и висмута на теплофизические свойства и термодинамические функции алюминиевого сплава AlFe5Si10 // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. 2023. Т.25, № 2. С. 26-35.
7. Ганиев И. Н., Сафаров А. Г., Додхоев Э. С., Ботуров К., Якубов У. Ш., Холмуродов Ф. Температурная зависимость теплофизических свойств и изменений термодинамических функций сплавов системы Mg-La // Теплофизика высоких температур, 2023, том 61, № 1, С. 1–6.

TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF A6 GRADE ALUMINUM ALLOY WITH SILICON

G.K. Bekseitova, I.N. Ganiev, A.G. Safarov, F. Kholmurodov, K.A. Ruziev

S.U. Umarov Institute of Physics and Technology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation. The article presents the results of a study of the temperature dependence of the heat transfer coefficient of aluminum alloy grade A6 with silicon in the temperature range 300–800K. It was found that the temperature and the alloying component in the studied concentration

range (0.5 - 1.5 wt. %) increase the heat transfer coefficient of the initial alloy.

Keywords: aluminum alloy grade A6, silicon, "cooling" mode, heat transfer coefficient, temperature dependence.

ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИ КОЭФФИЦИЕНТИ ГАРМИДИҲИИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИЙИ ТАМҒАИ А6 БО КРЕМНИЙ

Г. К. Бексеитова, И. Н. Ганиев, А. Г. Сафаров, Ф. Холмуродов, К. А. Рузиев

Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқи вобастагии ҳарорати коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаи алюминийи тамғаи А6 Бо кремний дар доираи ҳарорати 300-800К оварда шудаанд. муайян карда шудааст, ки ҳарорат ва ҷузъи легиркунанда дар фосилаи консентратсионии омӯхташуда (0,51,5 мас. %) коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаи ибтидоиро зиёд мекунад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи Тамғаи А6, кремний, режими хунуккунӣ, коэффитсиенти гармидиҳӣ, вобастагии ҳарорат.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЁМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СПЛАВА АЛЮМИНИЯ МАРКИ А6 С ЖЕЛЕЗОМ

**Г.К. Бексеитова, И.Н. Ганиев, А.Г. Сафаров, Ф. Холмуродов,
Т.М. Алидодов**

Физико-технический институт им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail: amirsho71@mail.ru

Аннотация. В режиме "охлаждения" исследована температурная зависимость удельной теплоёмкости и изменений термодинамических функций сплава алюминия марки А6, легированного железом в интервале температур 300-800К. Установлено, что с ростом температуры теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов увеличиваются, а значения энергии Гиббса уменьшается. Показано, что с увеличением концентрации железа теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов уменьшается.

Ключевые слова: алюминий марки А6, железо, теплоёмкость, режим «охлаждения», энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.

Разработка новых алюминиевых сплавов, совершенствование технологии производства и улучшения их свойств наряду с решением технологических процессов является актуальной задачей современной науки. Технический прогресс в ряде важных отраслей промышленности определяется качеством лёгких сплавов на основе алюминия [1, 2].

Железо представляет собой основную примесь в алюминиевых сплавах, которая образуется при производстве первичного алюминия электролизом. В некоторых сплавах железо добавляется в качестве легирующего элемента для увеличения твёрдости, в тоже время увеличивает хрупкость сплава [1,2].

В жидком состоянии в сплавах системы Al-Fe наблюдается образование кластеров содержание, которых уменьшается при достижении температуры плавления. В этой системе со стороны алюминия образуется эвтектика Al+FeAl₃ при 655°C, а вероятный эвтектический состав соответствует 1,7-2,2 мас. % Fe. Неопределённость расположения эвтектической точки объясняется трудностью образования зародышей, что способствует возникновению вырожденной эвтектики. Ведущей фазой при кристаллизации эвтектики является соединение FeAl₃ [2].

В литературе нами не обнаружены сведения о термодинамических свойствах сплавов алюминия марки А6 с железом. В связи с этим целью настоящих исследований заключается в установлении влияния добавок железа на

теплоёмкость и изменений термодинамических функций сплава алюминия марки А6.

Сплавы получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ, в интервале температур 800-950 °С, из алюминия марки А6 и железа от 0,5 до 1,5 мас. %. Из полученных сплавов в графитовую изложницу отливали цилиндрические образцы диаметром 16 мм и длиной 30 мм. Сплавы алюминия марки А6 с железом подвергались химическому анализу на содержание основных компонентов в Центральной заводской лаборатории компании ГУП «ТАЛКО», производящей алюминий. Состав полученных сплавов контролировалось также взвешиванием образцов до и после сплавления. В дальнейшем исследованию подвергались сплавы, у которых разница в массе до и после сплавления не превышала 2% (отн.).

Одной из важных характеристик индивидуального вещества является теплоёмкость C_p . При проведении расчётов термодинамических функций широко используется зависимость теплоёмкости веществ от температуры. С достаточной для современных прикладных расчётов и технологических процессов степенью точности, теплоёмкости твердых тел могут быть определены только экспериментально. При произвольной температуре для неизвестного материала получение значений теплоёмкости является сложной и в то же время очень важной научно-технической задачей.

Полученные зависимости температуры сплавов от времени с достаточной точностью описываются уравнением вида:

$$T = ae^{-b\tau} + pe^{-k\tau}, \quad (1)$$

где a , b , p , k - постоянные величины для данного образца, τ - время охлаждения.

Дифференцируя уравнение (1) по τ , получаем уравнение для определения скорости охлаждения сплавов

$$\frac{dT}{d\tau} = -abe^{-b\tau} - pke^{-k\tau}. \quad (2)$$

По этой формуле нами были вычислены скорости охлаждения эталона и образцов из исследуемых сплавов.

Теплоёмкость и изменения термодинамических функций сплава алюминия марки А6 с железом измеряли в режиме «охлаждения» по методике, описанной в работе [3].

В режиме «охлаждения» исследована температурная зависимость удельной теплоёмкости и изменений термодинамических функций сплава алюминия марки А6 с железом, в диапазоне температур 300-800К. Зависимость $T = f(\tau)$ для изучаемых сплавов представлена на рисунке 1а. Процессы охлаждения для всех образцов достаточно близки друг к другу и температуры идентично уменьшаются. При охлаждении на кривых $T = f(\tau)$ для образцов из сплавов не обнаружены термические остановки, связанные с фазовым переходом или превращением.

Обработкой кривых охлаждения установлены экспериментальные значения коэффициентов a , b , p , k , ab , pk уравнении (2), которые приведены в таблице 1. Расчёт скорости охлаждения образцов проводился по уравнению (2). Кривые скорости охлаждения сплавов представлены на рисунке 1б.

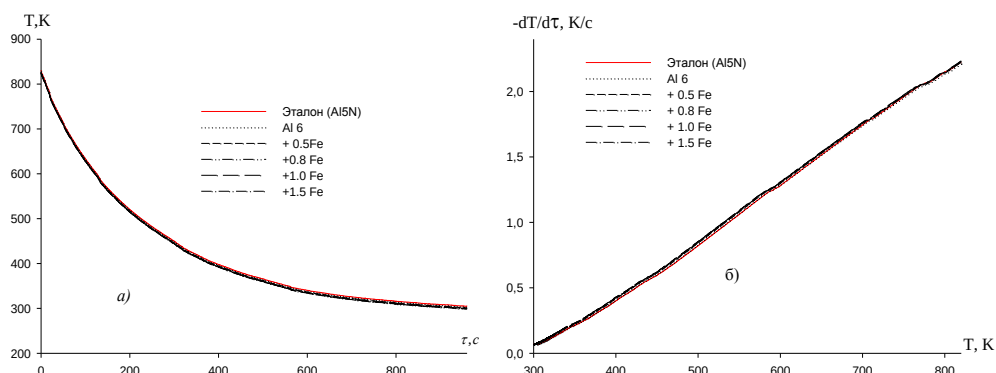


Рисунок 1 – График зависимости температуры от времени охлаждения (а) и скорости охлаждения от температуры (б) для образцов из сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Аl марки А5N)

Таблица 1. Значения коэффициентов a , b , p , k , ab , pk уравнении (2) для сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Аl марки А5N)

Содержание железа в алюминии марки А6, мас. %	a, K	$b \cdot 10^{-3}, c^{-1}$	p, K	$k \cdot 10^{-4}, c^{-1}$	$a \cdot b, K \cdot c^{-1}$	$pk \cdot 10^{-2}, K \cdot c^{-1}$
Эталон (А5N)	473.0850	4.67	344.7507	1.55	2.21	5.35
А6	480.7551	4.58	335.0815	1.27	2.20	4.26
0.5Fe	480.7312	4.58	332.6087	1.28	2.20	4.26
0.8Fe	480.7196	4.58	331.5208	1.29	2.20	4.27
1.0Fe	480.7111	4.58	330.7297	1.29	2.20	4.27
1.5Fe	480.7058	4.58	330.2352	1.29	2.20	4.27

Удельная теплоёмкость сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Аl марки А5N) определяется по следующей формуле:

$$C_{p_2}^0 = C_{p_1}^0 \cdot \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (3)$$

где m_1 и m_2 -массы образцов из эталона и исследуемого сплава, соответственно, $\left(\frac{dT}{d\tau}\right)$ - скорость охлаждения и C_{p_1} - удельная теплоёмкость эталона.

Затем были получены полиномы температурной зависимости удельной теплоёмкости сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Аl марки А5N), описываемые уравнением типа:

$$C_p^0 = a + bT + cT^2 + dT^3, \quad (4)$$

где a , b , c , d - эмпирические коэффициенты, найденные для каждого образца опытным путем; T -температура, при которой определяют значение теплоёмкости образцов. Значения коэффициентов уравнении (4) представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значения коэффициентов a , b , c , d уравнении (4) для сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Аl марки А5N)

Содержание железа в алюминии марки А6, мас. %	$a, Дж/(кг \cdot K)$	$b, Дж/(кг \cdot K^2)$	$c, Дж/(кг \cdot K^3)$	$d, Дж/(кг \cdot K^4)$	Коэффициент корреляции (R^2)
Эталон (А5N)	690.3491	1.0100	-0.00127	0,000000913	1,000

A6	688.6392	1.0113	-0.00127	0,000000914	0.999
0.5Fe	687.2913	1.0112	-0.00127	0,000000914	0.998
0.8Fe	685.9206	1.0112	-0.00127	0,000000914	0.998
1.0Fe	685.0702	1.0111	-0.00127	0,000000913	0.998
1.5Fe	682.7891	1.0111	-0.00127	0,000000913	0.998

В таблице 3 приведены результаты расчета температурной зависимости и удельной теплоёмкости сплава алюминия марки А6, легированного железом. Видно, что в исследованном температурном интервале теплоёмкость сплавов с ростом температуры увеличивается, а от содержания железа в алюминии уменьшается.

Таблица 3. Температурная зависимость удельной теплоёмкости (Дж/(кг·К)) сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Al марки А5N)

Содержание железа в алюминии марки А6, мас. %	Т.К					
	300	400	500	600	700	800
Эталон (А5N)	903,7001	949,5811	991,9741	1036,3571	1088,2081	1153,0051
A6	902,4072	948,4552	991,0392	1035,6432	1087,7512	1152,8472
0.5Fe	901,0293	947,0673	989,6413	1034,2353	1086,3333	1151,4193
0.8Fe	899,6586	945,6966	988,2706	1032,8646	1084,9626	1150,0486
1.0Fe	898,7512	944,7422	987,2452	1031,7382	1083,6992	1148,6062
1.5Fe	896,4701	942,4611	984,9641	1029,4571	1081,4181	1146,3251

Для расчета температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса по уравнениям (5)–(7) для сплавов были использованы интегралы от удельной теплоёмкости по уравнению (2):

$$[H^0(T) - H^0(T_0)] = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4), \quad (13)$$

$$[S^0(T) - S^0(T_0)] = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3), \quad (14)$$

$$[G^0(T) - G^0(T_0)] = [H^0(T) - H^0(T_0)] - T[S^0(T) - S^0(T_0)], \quad (15)$$

Результаты расчета изменений температурных зависимостей энтальпии, энтропии и энергии Гиббса через 100К представлены в таблице 4.

Таблица 4. Температурная зависимость изменений термодинамических функций сплава алюминия марки А6 с железом и эталона (Al марки А5N)

Содержание железа в алюминии марки А6, мас. %	$[H^0(T) - H^0(T_0^*)]$, кДж/кг					
	300 К	400К	500К	600К	700К	800К
Эталон (А5N)	1,670998	94,3869	191,4710	292,8481	398,9913	510,9213
A6	1,668603	94,2634	191,2442	292,5386	398,6230	510,5218
0.5Fe	1,666055	94,1226	190,9640	292,1182	398,0612	509,8178
0.8Fe	1,663519	93,9830	190,6874	291,7044	397,5104	509,1299
1.0Fe	1,661841	93,8884	190,4940	291,4038	397,0906	508,5751
1.5Fe	1,657621	93,6560	190,0336	290,7152	396,1739	507,4304
	$[S^0(T) - S^0(T_0^*)]$, кДж/(кг·К)					
	300 К	400К	500К	600К	700К	800К
Эталон (А5N)	0,005587	0,271999	0,48846	0,67317	0,836688	0,986053
A6	0,005579	0,271641	0,487871	0,672430	0,835856	0,985180
0.5Fe	0,005571	0,271235	0,487154	0,671457	0,834666	0,983799
0.8Fe	0,005562	0,270832	0,486445	0,670498	0,833496	0,982447

1.0Fe	0,005557	0,270559	0,485953	0,669810	0,832624	0,981395
1.5Fe	0,005543	0,269889	0,484773	0,668215	0,830678	0,979144
	$[G^0(T) - G^0(T_0^*)]$, кДж/кг					
Эталон (A5N)	-0,00517	-14,4125	-52,759	-111,054	-186,69	-277,922
A6	-0,00517	-14,3930	-52,6914	-110,919	-186,477	-277,622
0.5Fe	-0,00516	-14,3713	-52,613	-110,756	-186,205	-277,222
0.8Fe	-0,00515	-14,3498	-52,5353	-110,594	-185,937	-276,827
1.0Fe	-0,00514	-14,3353	-52,4823	-110,482	-185,747	-276,541
1.5Fe	-0,00513	-14,2995	-52,3531	-110,214	-185,300	-275,885

$T_0 = 298,15$ К.

Как видно из таблицы энтальпия и энтропия исследованных сплавов в интервале 300-800К от содержания железа уменьшается, а с увеличением температуры растут, а значение энергии Гиббса имеет обратную зависимость.

Таким образом получены полиномы температурной зависимости теплоёмкости и изменений термодинамических функций (энтальпия, энтропия и энергия Гиббса) для сплава алюминия марки А6 с железом, которые с коэффициентом корреляции $R_{кор.}=0,998$ описывают их изменения.

Показано, что с ростом температуры удельная теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов увеличиваются, а значения энергии Гиббса уменьшается. От содержания железа теплоёмкость исходного сплава незначительно уменьшается.

Список литературы

1. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: Самарский государственный технический университет. 2013. 81с.
2. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. М.: «Металлургия». 1979. 640 с.
3. Ганиев И. Н., Сафаров А. Г., Додхоев Э. С., Ботуров К., Якубов У. Ш., Холмуродов Ф. Температурная зависимость теплофизических свойств и изменений термодинамических функций сплавов системы Mg-La // Теплофизика высоких температур. 2023. Т.61. №1. С. 1-6.

ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ ИҚТИДОРИ ГАРМӢ ВА ТАҒИРЕБИИ ФУНКСИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӢЛАИ АЛЮМИНИИ ТАМҒАИ А6 БО ОҲАН

Г. К. Бексеитова, И. Н. Ганиев, А. Г. Сафаров, Ф. Холмуродов,
Т. М. Алидодов

Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои
Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар режими хунуккунӣ вобастагии ҳароратии иқтидори гармии ҳос ва тағиребии функсияҳои термодинамикии хӯлаи алюминии тамғаи А6, ки бо оҳан дар фосилаи ҳарорати 300-800К легир карда шудааст, тадқиқ карда шудааст. Муайян карда шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат, иқтидори гармӣ, энтальпия ва энтропияи хӯлаҳо меафзояд ва арзишҳои энергияи Гиббс кам мешаванд. Бо афзоиши консентратсияи оҳан нишон дода шудааст, ки иқтидори гармӣ, энтальпия ва энтропияи хӯлаҳо коҳиш меебад.

Калимаҳои асосӣ: алюминии Тамғаи А6, оҳан, иқтидори гармӣ, режими хунуккунӣ, энтальпия, энтропия, энергияи Гиббс.

TEMPERATURE DEPENDENCE OF HEAT CAPACITY AND CHANGES IN THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF A6 ALUMINUM ALLOY WITH IRON

G.K. Bekseitova, I.N. Ganiev, A.G. Safarov, F. Kholmurodov,
T.M. Alidodov

S.U. Umarov Institute of Physics and Technology of the National Academy of Sciences of
Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation. In the “cooling” mode, the temperature dependence of the specific heat capacity and changes in the thermodynamic functions of an A6 aluminum alloy alloyed with iron in the temperature range of 300-800 K is studied. It has been found that with increasing temperature, the heat capacity, enthalpy, and entropy of alloys increase, while the Gibbs energy

decreases. It is shown that with increasing iron concentration, the heat capacity, enthalpy, and entropy of alloys decrease.

Keywords: A6 grade aluminum, iron, heat capacity, "cooling" mode, enthalpy, entropy, Gibbs energy.



ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ NaCl СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ И НА ДРУГИЕ ПАРАМЕТРЫ НОВОГО МЕТАЛЛОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

М. Махмудзода, М. Маджиди, Р.А. Исмоилов

ГУ «Центр по исследованию инновационных технологий НАН Таджикистана», г.

Душанбе, Республика Таджикистан,

E-mail: m.mahmudzoda@mail.ru

Аннотация. Были проведены исследования, направленные на определение уровня влияния хлорид ионов на коррозионные показатели нового металломатричного композиционного материала системы Al-Al₂O₃. Данные исследования необходимы для того, чтобы определить скорость коррозии, питтингообразования и потенциала свободной коррозии.

Ключевые слова: металломатричный композиционный материал, мМК, литейное производство, алюминий, композиционные материалы, хлорид ионы, скорость коррозии.

THE EFFECT OF NaCl CONTENT ON THE CORROSION RATE AND OTHER PARAMETERS OF THE NEW METAL MATRIX COMPOSITE MATERIAL

M. Mahmudzoda, M. Majidi, R. A. Ismoilov.

GU "Center for Research of Innovative Technologies NAS of Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation. Studies have been conducted to determine the level of influence of chloride ions on the corrosion characteristics of a new metal matrix composite material of the Al-Al₂O₃ system. These studies are necessary in order to determine the rate of corrosion, pitting formation, and potential for free corrosion.

Keywords: metal matrix composite material, MMK, foundry, aluminum, composite materials, chloride ions, corrosion rate.

ТАЪСИРИ МИҚДОРИ NaCl ДАР МУҲИТ БА СУРЪАТИ ЗАНГЗАНИИ ВА ДИГАР ПАРАМЕТРҲОИ МАВОДИ НАВИ КОМПОЗИТСИОНИИ МАТРИТСААШИ МЕТАЛЛӢ

М. Махмудзода, М. Мачидӣ, Р.А. Исмоилов

МД "Маркази тадқиқоти технологияҳои инноватсионӣ

АМИ Тоҷикистон", ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Тадқиқотҳо барои муайян кардани сатҳи таъсири ионҳои хлорид ба нишондиҳандаҳои зангзании маводи нави композитсионии металломатрикии системаи Al-Al₂O₃ гузаронида шуданд. Ин тадқиқот барои муайян кардани суръати зангзании, питтинг ва потенциали зангзании озод зарур аст.

Калимаҳои асосӣ: маводи композитсионии металломатрикий, мМК, истеҳсоли рехтагарӣ, алюминий, маводҳои композитсионӣ, ионҳои хлорид, суръати зангзании.

Свойства композиционных материалов в основном зависят от физико-механических свойств компонентов и прочности связи между ними. Алюминиевые сплавы используются в передовых приложениях, из-за сочетания таких свойств как высокая прочность, низкая плотность, долговечность, обрабатываемость, доступность. Эти свойства дают композиционным материалам конкурирующие преимущества по сравнению с традиционными материалами.

Наибольшее распространение получили композиционные материалы на основе алюминия и его сплавов, содержащие в качестве наполнителя дисперсные высокопрочные, высокомодульные керамические частицы. Дисперсно-наполненные алюмоматричные композиционные материалы характеризуются повышенными значениями удельной прочности и жесткости при сохранении высокой демпфирующей способности, электро- и теплопроводности, и малого удельного веса, что обеспечивает снижение массы изделий при одновременном повышении надежности и ресурса работы.

Эти композиционные материалы имеют хорошие литейные свойства, возможность пластической и механической обработки, малый вес и низкую стоимость, которые

обеспечивают перспективность и экономическую целесообразность применения таких материалов в машиностроении, особенно в подвижных сопряжениях механизмов и машин. Композиционные материалы с матрицами из сплавов алюминия получают преимущественно жидкофазными методами, обеспечивающими более прочную межфазную связь по сравнению с твердофазными методами и, как следствие, имеют лучшие свойства.

Целью настоящего сообщения является исследование коррозионно-электрохимического поведения металломатричного композиционного материала в среде электролита NaCl различной концентрации.

Экспериментальная часть

Были исследованы образцы металломатричного композиционного материала, полученного по технологии [1,2] в лаборатории кафедры ЛПиУТ Уральского федерального университета. Исследования показали, что данный композиционный материал характеризуется улучшенными эксплуатационными параметрами, такими как твердость и прочность.

Синтез композиционного материала проводился в шахтном лабораторном печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 700⁰С. В качестве исходного материала при получении композиционного материала, использовали алюминиевый сплав марки АК7, который дополнительно насыщали водородом путем добавления гидрида титана в количестве, значительно превышающем предел растворимости, затем продували кислородом в течении 1 часа с помощью капилляров диаметром 2мм [1,2].

Коррозия в алюминиевых сплавах обусловлена нарушением сплошности оксидной пленки на некоторых фазах, прежде всего на фазе AlSiFe. Полученные результаты показали близкие значения убыли массы образцов, несмотря на значительно более высокое содержание железа в материале, поскольку сформировавшиеся в расплаве при продувке кислородом частицы Al-Al₂O₃ размером 100—200 нм, осаждаясь на границах фаз, снижают площадь поверхности взаимодействия с коррозионной средой.

Результаты коррозионно-электрохимических исследований металломатричного композиционного материала и исходного сплава (АК7) в среде электролита NaCl различной концентрации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава АК7 и металломатричного композиционного материала в среде электролита NaCl

Материал	Среда NaCl, масс. %	Электрохимические потенциалы В (х.с.э.)		Скорость коррозии
		-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	K·10 ³ г/м ² ·ч
АК7	0.03 %	0.770	0.970	8.71
	0.3 %	0.810	0.990	10.05
	3.0 %	0.850	1.010	12.06
ММК	0.03 %	0.541	0.740	5.69
	0.3 %	0.580	0.770	7.03
	3.0 %	0.620	0.800	9.38

Выводы

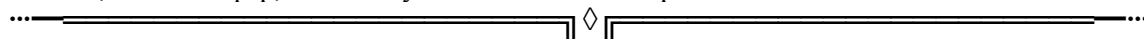
Было проведено исследование потенциостатическим методом при скорости развертки потенциала 2 мВ/с и исследовано анодное поведение алюминиевого сплава АК7 и металломатричного композита, в среде раствора электролита NaCl. По результатам проведенных исследований установлено, что с увеличением концентрации хлорид-иона в электролите в 1.3-1.7 раза возрастает скорость коррозии сплавов. Также показано, что композиционный материал системы Al-Al₂O₃ имеет большую коррозионную стойкость, чем исходный алюминиевый сплав марки АК7. При этом, также растёт питтингоустойчивость сплавов, о чем свидетельствует сдвиг потенциалов питтингообразования и коррозии в положительную область значений.

Список литературы

1. Финкельштейн А. Б. Формирование композиционного материала методом продувки / А. Б. Финкельштейн, А. А. Шефер, М. Махмудзода // VIII Всероссийская

научно-техническая конференция с международным участием «Наследственность в литейно-металлургических процессах» 2018. Самара. С. 433-438.

2. Новый алюминиевый композит оксидаль / А. Б. Финкельштейн, О. А. Чикова, А. А. Шефер, М. Махмудзода // Литейное производство. 2019. №7. С. 6-8.



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАТРИЯ НА ТВЕРДОСТЬ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1

¹И.Н. Ганиев, ¹Д.Ч. Курбонов, ¹Ш.Ш. Окилов, ²Саидов С.С, ¹Джайлоев Дж.Х.

¹Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: Okilov70070@mail.ru

²Душанбинский филиал НИТУ МИСИС, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация: В работе представлены результаты исследования влияния добавка натрия на твердость и прочность алюминиевого проводникового сплава AlV0.1. Исследованиями показано, что добавка натрия до 0,5 мас. % уменьшает твердость и прочность исходного алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.

Ключевые слова: алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, натрия, механические свойства, твердость, метод Бринелль, прочность.

Легирующие элементы значительно влияют на твердость алюминиевых сплавов. Медь, магний, цинк, марганец и кремний, в частности, повышают прочность и твердость, образуя упрочняющие фазы и твердые растворы в процессе термической обработки. Многие легирующие элементы образуют с алюминием твердые растворы ограниченной переменной растворимости и промежуточные фазы CuAl_2 , Mg_2Si и др. Это даёт возможность подвергать сплавы упрочняющей термической обработке, состоящей из закалки на пересыщенный твердый раствор и естественного или искусственного старения. [1,2].

Твердость по методу Бринелля (ГОСТ 9012 – 59) измеряют вдавливанием в испытываемый образец стального шарика определенного диаметра D (2,5; 5; 10мм) под действием заданной нагрузки F в течение определенного времени.

Число твердости по Бринеллю, обозначаемое HB (H – начальная буква слова Hardness – твердость; B – начальная буква названия метода определения твердости Brinell), представляет собой отношение нагрузки F к площади поверхности сферического отпечатка S и измеряется в кгс/мм^2 или МПа [3]:

$$HB = \frac{F}{S}. \quad (1)$$

Твердость, выраженная через диаметр шарика D и диаметр отпечатка d , характеризуется формулой:

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}. \quad (2)$$

В данной работе представлены результаты исследования твердости по Бринеллю сплавов алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с натрием, не прошедших термическую обработку.

Твердость сплавов измерили по Бринеллю согласно стандартной методике на приборе твердомер MODEL HBRV-187.5D. Испытанию подвергались образцы толщиной 10мм, диаметром 16мм (рисунка).

Существует приближенная зависимость предела прочности металла и твердости по Бринеллю

$$\sigma_B = k \cdot HB, \text{ МПа}. \quad (3)$$



Рисунок. Фотографии образцов после испытания на твердость алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.

Значение k для алюминиевых сплавов равно $= 0,34 \dots 0,35$ НВ. С учётом этого пересчитано значение σ_b сплавов. Результаты расчетов представлены в таблице. Как видно из таблицы при добавке натрия до 1,0 мас. % твердость и прочность исходного сплава уменьшается.

Таблица. Твердость алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с натрием

Содержание натрия и калия в сплаве, мас. %	*Твёрдость НВ, кгс/мм ²	Твёрдость НВ, МПа	Расчетная прочность, МПа
0,0	25,65	251,54	17,6078
0,01Na	24,46	239,88	16,7916
0,05Na	23,37	229,18	16,0426
0,1Na	22,13	217,02	15,1914
0,5Na	21,22	208,10	14,567

По результатам твердости сплавов определены их расчетные значения прочности, которые представлены на таблице. Как видно из таблицы при добавке натрия до 0,5 мас. % твердость и соответственно прочность исходного сплава уменьшается.

Список литературы

1. Белецкий В.М., Кривов Г.А. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение) Справочник, под общей редакцией академика РАН. И. Н.Фридляндера. К, КОМИТЕХ, 2005. –365с.
2. Бецофен С.Я., Антипов В.В., Бецофен М.И. и др. Состав, текстура и анизотропия механических свойств сплавов Al-Cu-Li и Al-Mg-Li / //Деформация и разрушение материалов. 2015. № 11. С. 10-26.
3. Байков Д.И., Золотаревский Ю.С., Руссо В.Л. [и др.]. Свариваемые алюминиевые сплавы: свойства и применение / – Л.: Судпромгиз, 1959. – 236 с.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SODIUM ON THE HARDNESS OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1

¹I.N. Ganiev, ¹D.Ch. Kurbonov, ¹Sh.Sh. Okilov, ²Saidov S.S, ¹Jailoev J.H.

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²NUST MISIS in Dushanbe, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Abstract: The paper presents the results of a study of the effect of sodium additive on the hardness and strength of aluminum conductor alloy AlV0.1. Studies have shown that the addition of sodium up to 0.5 wt. % decreases the hardness and strength of the initial aluminum conductor alloy AlV0.1.

Keywords: aluminum conductor alloy AlV0.1, sodium, mechanical properties, hardness, Brinell method, strength.

ОМУЗИШИ ТАЪСИРИ НАТРИЙ Ба САХТИИ ХУЛАИ НОҚИЛИИ АЛЮМИНИЙИ AlV0.1

¹И.Н. Ғаниев, ¹Д.Ч. Қурбонов, ¹Ш.Ш. Оқилов, ²Саидов С.С, ¹Ҷайлоев Ҷ.Х.

¹Институти химияи ба номи В. И. Никитина АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

²Филиали донишгоҳи таҳқиқоти МИСИС дар шаҳри Душанбе, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Аннотатсия: Дар кор натиҷаҳои таҳқиқот оид ба таъсири иловаи натрий ба сахтӣ ва устувории хӯлаи ноқили алюминийи AlV0.1 оварда шудааст. Таҳқиқотҳо нишон доданд, ки иловаи натрий то 0,5 вазн. % сахтӣ ва устувории хӯлаи ноқили алюминийи AlV0.1 кам мешавад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи AlV0.1, натрий, хосиятҳои механикӣ, сахтӣ, усули Бринелл.

ВЛИЯНИЕ ИНДИЯ НА МИКРОСТРУКТУРА АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1

¹Ганиев И.Н., ²Рахмонзода М. Ф., ¹Окилов Ш.Ш., ¹Дж.Х. Джайлоев, ³С.С. Саидов.

¹Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: Okilov70070@mail.ru

²Дангаринский государственный университет, г. Дангара, Республика Таджикистан.

³Душанбинский филиал НИТУ МИСИС, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация: В работе представлены результаты изучения микроструктуры алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с индием. Также наблюдаются частицы интерметаллических фаз, образовавшихся в процессе кристаллизации сплава. Количество и размер частиц второй фазы в конечном итоге влияют на механические свойства исходного сплава AlV0.1. Дальнейшее повышение концентрации легирующего компонента измельчает структуру, и она становится однородной и мелкозернистой.

Ключевые слова: алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, индия, микроструктура.

Легирующие элементы, добавляемые в алюминиевый сплав, играют ключевую роль в формировании его микроструктуры и, следовательно, в определении его свойств. Например, медь, магний, марганец, кремний и цинк являются наиболее распространёнными легирующими элементами для алюминиевых сплавов. Они могут образовывать различные интерметаллические соединения, которые влияют на прочность, твёрдость и другие свойства сплава. При взаимодействии алюминия с другими элементами могут образовываться интерметаллические соединения, например, MnAl6 в сплаве АМц. Эти соединения часто имеют высокую твёрдость и прочность, что влияет на механические свойства сплава [1,2]. Микроструктура алюминия состоит в основном из двух отдельных компонентов: зерен и границ зерен. Зерна — это области, где атомы образуют кристаллическую решетку, которая придает металлу прочность. Границы зерен — это области между зёрнами, не имеющие кристаллической решетки, что делает их слабее окружающих зерен [3].

Целью настоящей работы является исследование влияния добавки индия на микроструктуру алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.

Микроструктуру алюминиевых сплавов изучают с помощью различных методов, таких как оптическая микроскопия, электронная микроскопия и рентгеноструктурный анализ. Эти методы позволяют детально исследовать фазовый состав, структуру и дефекты кристаллической решетки сплава, что необходимо для контроля качества и оптимизации свойств. Микроструктуры сплавов исследовались на микроскопе «КР-L3230-2К». В качестве примера на рисунок представлены микроструктуры образцов из алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 до и после легированного индием. Методом микроструктурного

анализа, при увеличении 500 крат установлено влияние индия на микроструктуру алюминиевого проводникового сплава AlV0.1. В результате проведенных исследований установлено, что структура изученных сплавов однотипная и состоит из твердого раствора алюминия фаза $Al_{10}V$. Видно, что добавка индия до 1.0 мас. % значительно измельчает структурные составляющие исходного алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.



а)



б)

Рисунок. Микроструктуры (х500) алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, содержащего индия 0.5 (а) и 1.0 мас. % (б)

В целом, понимание микроструктуры алюминиевых сплавов является важным для разработки и производства материалов с заданными свойствами. Структура алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 аналогична структуре сплавов, за исключением того, что в ней отсутствует мышьяковистая составляющая. Алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 по составу лежит на линии AlV, поэтому его кристаллизация закончится образованием двойной эвтектики $\alpha(Al) + \beta(AlV)$. Добавки индия особенно от 0.5 до 1.0 мас. % значительно измельчают структурные составляющие исходного сплава алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.

Список литературы

4. Усов В.В., Займовский А.С. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике Том II. -М.: Госэнергоиздат, 1957-184 с.
5. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: Самарск. Гос. тех. универ. 2013-81 с.
6. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов / Пер. с англ. – М. Металлургия. 1979. – 640 с.

EFFECTS OF CERIUM ON THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1

¹I.N. Ganiev, ²Rahmonzoda M. F., ¹Sh.Sh. Okilov, ¹Jailoev J.H, ³Saidov S.S

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²Dangara State University, Dangara, Republic of Tajikistan.

³NUST MISIS in Dushanbe, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Abstract: The paper presents the results of studying the microstructure of an aluminum conductor alloy AlV0.1 with indium. Particles of intermetallic phases formed during the crystallization of the alloy are also observed. The number and size of the particles of the second phase ultimately affect the mechanical properties of the initial alloy AlV0.1. A further increase in the concentration of the alloying component grinds the structure, and it becomes homogeneous and fine-grained.

Keywords: aluminum conductor alloy AlV0.1, India, microstructure.

ТАЪСИРИ ИНДИЙ БА МИКРОСТРУКТУРАИ ХЀЛАИ НОҚИЛИИ АЛЮМИНИЙИ AlV0.1

¹Ганиев И.Н., ²Рахмонзода М. Ф., ¹Окилов Ш.Ш., ¹Ч.Х. Чайлоев, ³С.С. Саидов.

¹Институты химияи ба номи В. И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

²Донишгоҳи давлатии Данғара, ш. Данғара, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

³Филиали донишгоҳи таҳқиқоти МИСИС дар шаҳри Душанбе, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Аннотатсия: Дар кор натиҷаҳои омӯзиши микроструктураи хӯлаи алюминийи AlV0.1 бо индӣ оварда шудааст. Ҳамчунин зарраҳои фазаҳои байниметаллӣ, ки дар раванди кристаллизатсияи хӯла ба вуҷуд омадаанд, мушоҳида карда мешаванд. Миқдор ва андозаи зарраҳои марҳилаи дуюм дар ниҳоят ба хосиятҳои механикии хӯлаи ноқилии алюминийи AlV0.1 таъсир мерасонанд. Афзоиши минбаъдаи концентратсияи ҷузъи хӯлаи сохторро майда мекунад ва он яхела ва донча мешавад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи ноқилии алюминийи AlV0.1, индӣ, микроструктура.

...||◇||...

ВЛИЯНИЯ ЦЕРИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1

¹И.Н. Ганиев, ²Д.К. Азизова, ¹Ш.Ш. Окилов, ¹Джайлоев Дж.Х., ³Саидов С.С.

¹Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

²Физико-технический институт им. С.У. Умарова Национальной академии
наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан

³Душанбинский филиал НИТУ МИСИС, г. Душанбе, Республика
Таджикистан.

Аннотация. В режиме «охлаждения» исследована температурная зависимость коэффициента теплоотдачи алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 легированного церием. Установлено, что коэффициент теплоотдачи сплавов от температуры растёт и содержания церия в сплаве уменьшается.

Ключевые слова: алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, церий, коэффициент теплоотдачи, режим «охлаждения».

К настоящему времени существует много сплавов алюминия, используемых в различных сферах, для очень различных механизмов. Алюминий находит самое широкое применение в промышленности, электротехнике и радиотехнике. Его сплавы, которые отличаются высокой прочностью и лёгкостью, незаменимы в машиностроении. Благодаря алюминию начали бурно развиваться авиационная промышленность и судостроение. Алюминий и его сплавы применяются даже в пищевой отрасли: из этого металла делают фольгу, в которую упаковывают пищевые продукты [1, 2].

Отсутствие систематических экспериментальных данных относительно коэффициента теплоотдачи и их противоречивость чрезвычайной практической востребованности способствуют интенсификации усилия для получения таких данных. Сложность состоит в том, что изучение коэффициента теплоотдачи материала является комплексной задачей, поскольку при этом необходимо знание их теплопроводности [3].

Практическое значение исследований теплоотдачи важно для расчётов энергетических балансов процессов в химических реакторах и других аппаратах химического производства, а также для выбора оптимальных теплоносителей. Экспериментальное измерение теплоотдачи для разных интервалов температур - от предельно низких до высоких - является основным методом определения термодинамических свойств веществ.

Производство алюминия и его сплавов связано с протеканием высокотемпературных и весьма энергоёмких процессов. Поэтому необходимо провести эксперименты и расчёты, связанные с изучением теплофизических и термодинамических свойств алюминия и его сплавов.

В работе на основе измерения удельной теплоёмкости алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, легированного церием в режиме «охлаждения» и экспериментально полученные величины скоростей охладений образцов, рассчитан их коэффициент теплоотдачи.

Тройные сплавы, т.е. алюминиевый проводниковый сплава AlV0.1 с церием получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750-800 °С. Содержание церия в сплавах варьировалось в пределах 0.01-1.0 мас.%. Из полученных сплавов отливались цилиндрические образцы диаметром 16 мм, длиной 30 мм, в графитовую изложницу заданной формы, для исследования теплоемкости. Металлический ванадий вводился в алюминиевый расплав с помощью лигатуры Al+1.0 мас. %V полученного из алюминия марки А5 99,5% (ГОСТ 11069), ванадия марки 99,9% ВнМ-1 (26473.13-85) и металлический церия ЦеЭ-1 ТУ 48-4-529-90). Полученные сплавы, подвергались химическому анализу в Центральной заводской лаборатории Таджикской алюминиевой компании ОАО «ТАЛКО» (г. Турсунзаде, Респ. Таджикистан). Содержание церия в сплавах определяли гравиметрическим методом. В качестве примера на рис. 1 представлен фотография образца AlV0.1.



Рис. 1. Образец из алюминиевого сплава AlV0.1

Для определения значения коэффициента теплоотдачи, в качестве эталона использовали образцы из алюминия марки А5N. По экспериментально полученным значениям теплоёмкости сплавов и скорости их охлаждения провели расчёт коэффициента теплоотдачи α (Т) (Вт/(К·м²)) алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, легированного церием по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{C_p^0 m \frac{dT}{d\tau}}{(T - T_0) \cdot S}$$

где Т и Т₀ –температуры образца и окружающей среды, S, m-площадь поверхности и масса образца, соответственно.

Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи для алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, легированного церием, представлена на рисунка 2.

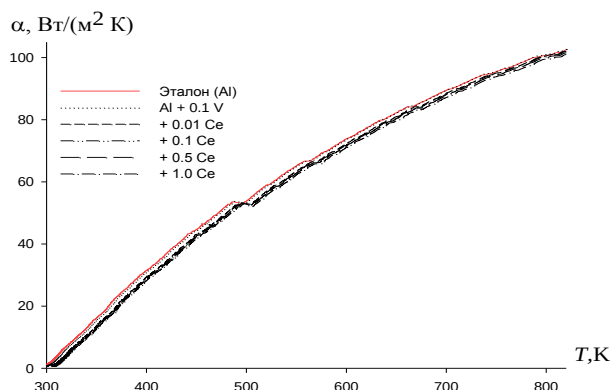


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с церием и эталона (Al марки А5N)

Видно, что с ростом температуры в алюминиевый проводниковый сплав AlV0.1 коэффициент теплоотдачи незначительно увеличивается, а от содержания церия уменьшается.

Список литературы

1. Киров С.А., Козлов А.В., Салецкий А.М., Харабадзе Д.Э. Измерение теплоемкости и теплоты плавления методом охлаждения. Учебное пособие - М.: ООП Физический факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012-52с.
2. Тарсин А.В., Костерин К.С. Определение теплоёмкости металлов методом охлаждения. Лабораторные занятия. -Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2014-34с.
3. Рогачев Н.М., Гусева С.И. Определение удельной теплоемкости твердых тел: Метод. указания к лабор. Работам №1-23 -Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва, 2012.

EFFECTS OF CERIUM ON THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1

¹I.N. Ganiev, ²D.K.Azizova, ¹Sh.Sh. Okilov, ¹Jailoev J.H, ³Saidov S.S.

¹ Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

² S.U. Umarov Institute of Physics and Technology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

³ NUST MISIS in Dushanbe, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. The temperature dependence of the heat transfer coefficient of an aluminum conductor alloy AlV0.1 doped with cerium is studied in the "cooling" mode. It is established that the coefficient of heat transfer of alloys from temperature increases and the cerium content in the alloy decreases.

Keywords: aluminum conductor alloy AlV0.1, cerium, heat transfer coefficient, "cooling" mode.

ТАЪСИРИ СЕРИЙ БА КОЭФФИЦИЕНТИ ҒАРМИДИҲИИ ХӢЛАИ НОӢИЛИИ АЛЮМИНИЙ ALV0.1

¹И.Н. Ғаниев, ²Д.К. Азизова, ¹Ш.Ш. Окилов, ¹Чайлоев Ҷ.Х, ³Саидов С.С.

¹ Институту химияи ба номи В. И. Никитина АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

² Институту физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³ Филиали донишгоҳи таҳқиқоти МИСИС дар шаҳри Душанбе, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Анотатсия. Дар мақола режими хунуккунӣ вобастагии ҳароратии коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаи алюминии AlV0,1 бо серий оварда шудааст. Муайян карда шудааст, ки коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаҳо аз ҳарорат меафзояд ва миқдори серий дар хӯла кам мешавад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи ноқилии алюминии AlV0.1, серий, коэффитсиенти гармидиҳӣ, режими хунуккунӣ.

ТАЪСИРИ СТРОНСИЙ БА РАФТОРИ КОРРОЗИОНӢ-ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ ХӢЛАИ АЛЮМИНИИ AlCu4.5Mg1 НАВӢИ ДУРАЛЮМИНИЙ ДАР МУҲИТИ 0.3% ЭЛЕКТРОЛИТИ NaCl

¹Ғаниев И.Н., ²Шоназаров Р.С., ¹Хоҷаназаров Х.М., ³Файзуллоев У.Н.

¹МДИ «Институти кимиё ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи. Н. Хусрав, ш. Бохтар, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқоти технологӣ «МИСиС» дар шаҳри Душанбе, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия: Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши рафтори аноди хӯлаи алюминийи $AlCu_{4,5}Mg1$ навъи дуралюминий бо стронсий дар маҳлули оби 0,3% $NaCl$ оварда шудааст. Таҳқиқоти коррозияи электрохимикӣ хӯлаҳо бо усули потенциостатикӣ дар потенциостати ПИ-50-1.1 бо суръати потенциали 2 мВ/сон гузаронида шуд. Нишон дода шудааст, ки хӯлаи алюминийи $AlCu_{4,5}Mg1$ навъи дуралюминий бо стронсий 22% муқовимат ба коррозияи анод зиёд мекунад. Потенциалҳои асосии электрохимиявии хӯлаи дуралюминийи $AlCu_{4,5}Mg1$ ҳангоми хӯлаи бо стронсий ба минтақаи мусбати қимматҳо майл мекунад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи $AlCu_{4,5}Mg1$ навъи дуралюминий, стронсий, усули потенциостатикӣ, электролит $NaCl$, потенциали коррозияи анод, потенциали коррозияи катод, потенциали питтингҳосилишавӣ, суръати коррозия.

Рафтори коррозияи алюминий ва хӯлаҳои он аз шароити истифодабари табиати ҷузъҳои муҳити ғайрӣ, консентратсияи онҳо, ҳарорат, омехташавии муҳити зист ва ғайра вобаста аст. Барои муқовимат ба коррозия тозагии алюминий, намуд ва миқдори элементҳои ҷавҳаронида дар хӯлаҳо, намуди коркарди гармӣ ва деформатсияи пластикӣ, ҳолати сатҳ ва ғайра аҳамияти калон доранд [1, 2].

Суръати коррозияи алюминийро таваҷҷути ба муҳити коррозияи анод кардани ингибиторҳои шишаи моеъ, спирт, пайвастиҳои нитрогенӣ ва маҳлулҳои хлориди натрий дар об, маҳлулҳои спиртии селитраи натрий ё нитрати калий ва бихромати калий, инчунин маҳлули пайвастиҳои нитрогенӣ дар аммиак ва ғайра кам кардан мумкин аст [3].

Кислотаҳо ва ишқорҳои қавӣ пардаи оксиди алюминийро вайрон мекунанд ва металл ҳал мешавад, аммо дар баъзе мавридҳо, масалан, дар кислотаи азот концентратӣ алюминий ғарифаъл мешавад. Реактивии кислотаҳо ба алюминий ҳам аз консентратсия ва ҳам аз намуди анионҳо вобаста аст. Кислотаҳои дорои галогенҳо алюминийро ба таври интенсивӣ вайро мекунанд ва ғайрӣҳои онҳо бо афзоиши массаи атоми галоген меафзояд. Алюминий дар кислотаҳои минералӣ (гидрохлорид, сульфат, гидрофтор) устувор нест. Алюминий дар муҳити хело сероб (то 3%) кислотаи нитрат дар 20°C ва дар консентратсияи зиёда аз 70% дар 40°C ва зиёда аз 90% ҳангоми ҷӯшидан устувор аст, вале шофи кашер устувории паст доранд ва моил ба зангзании байникристаллӣ мекунад [4, 5].

Алюминий ва хӯлаҳои он аз ҷумлаи маводҳои серистифода дар соҳаҳои авиатсия, мошинсозӣ, сохтмон, энергетика ва техникаи маишӣ ба ҳисоб мераванд. Муваффақияти васеъ истифодабарии ин металл пеш аз ҳама бо хосиятҳои аълои зичии паст, қувваи мушаххас ва коркардашавии хуб вобаста аст. Бо вучуди ин, яке аз масъалаҳои асосии маҳдудкунандаи истифодаи васеи алюминий ва хӯлаҳои он, осебазирии онҳо ба таъсири муҳитҳои аггрессивӣ ва равандҳои коррозияи мебошад [6].

Хусусияти хоси алюминий дар он аст, ки сатҳи он дар шароити табиӣ бо қабати тунуки оксиди алюминий (Al_2O_3) пӯшида мешавад, ки ҳамчун монеаи муҳофизатӣ амал мекунад. Аммо дар муҳитҳои дорои хлоридҳо, маҳлулҳои ишқорӣ ва кислотаҳои муайян ин қабат ноустувор гашта, раванди коррозияи маҳаллӣ, аз ҷумла питтинговая ва коррозияи зерифишор ба амал меояд. Ин падидаҳо на танҳо ба коҳиши мӯҳлати хизмати мавод, балки ба хатарҳои ҷиддии техникаву иқтисодӣ низ оварда мерасонанд [7].

Бо дарназардошти рушди босуръати технологияҳои нав, истифодаи алюминий ва ҳулаҳои он дар муҳитҳои шадидан агрессивӣ афзуда истодааст. Дар чунин шароит зарур аст роҳҳои баланд бардоштани муқовимати коррозсионӣ таҳқиқ ва ҷорӣ карда шаванд. Ин роҳҳо метавонанд дар шакли:

- таҳияи ҳулаҳои нав бо иловаҳои легирунанда, ки ба ташаккули қабатҳои устувори пасивӣ мусоидат мекунанд;
- истифодаи усулҳои гуногуни коркарди сатҳӣ (анодирование, электрополировка, пассивация);
- татбиқи рӯйпӯшҳои муҳофизатӣ бо хусусияти зиддикоррозсионӣ;
- омӯзиши таъсири омилҳои беруна (температура, намӣ, шиддати механикӣ ва ҷараёни барқ) ба механизмҳои вайроншавӣ [8].

Ҳамин тавр, омӯзиши роҳҳои баланд бардоштани ба коррозия тобоварии алюминий ва ҳулаҳои он на танҳо аҳамияти илмӣ дорад, балки барои таъмин намудани мӯҳлати хизмати дарозмуддати ин маводҳо ва кам кардани зарари иқтисодии вобаста ба коррозия муҳим мебошад.

Дар мақолаи мазкур омӯзиши таъсири иловаҳои стронсий ҳамчун унсури ҷавҳаронӣ ба хосиятҳои коррозсионӣ-электрохимиявӣ ҳулаи алюминийи навъи дуралюминий AlCu4.5Mg1 оварда шудааст.

Ҳулаи алюминийи AlCu4.5Mg1 навъи дуралюминий мувофиқи ГОСТ 4784-97 бо калсий, стронсий ва барий дар печи лаборатории СШОЛ дар ҳарорати 750 - 800°C бо роҳи якҷоя гудохтани алюминийи навъи А7 (99,97% Al) ГОСТ11069, миси тамғаи М1к (99,95% Cu) ГОСТ 859-2014, магний Mg90 (99,9% Mg) ГОСТ 804 – 93 ва барий тамғаи СтМ1 (99,9% Sr) ТУ 48-4-173-72 ҳосил кардашуд. Микдори барий дар ҳулаҳо 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 мас. %-ро ташкил меод. Аз ҳулаҳои ҳосилшуда намунаҳои силиндрӣ диаметраш 8мм ва дарозии 140мм ба қолаби металлӣ рехта шуданд; қисми охири намунаҳо ҳамчун электроди корӣ барои омӯзиши хосиятҳои зангзанӣ - электрохимиявӣ хизмат мекард. Пеш аз тадқиқот электродҳои корӣ бо сангрёза тоза карда шуда, пай дар пай аз сангрёза калон ба сангрёзаи маҳин (№2-00) мегузаранд. Ҳамин тавр, тайёр кардани сатҳи электрод асосан аз коркарди механикӣ иборат аст. Дар марҳилаи охирин сатҳи электрод бо спирт тоза карда мешавад. Қисми гайрикории ҳулаҳоро бо омехтаи қатрони парафини 50% ва канифоли 50% рӯйпӯш менамоянд. Таркиби ҳулаҳои ҳосилшуда дар лабораторияи марказии корхонаи ҚСК «ТалКо» ва тавассути баркашидани шихта ва ҳулаҳои ҳосилшуда назорат карда мешуд. Ҳар як намуна қаблан сайқал дода шуда, бо спирт тоза карда шуда, дар маҳлули озмоишии NaCl тамғаи ЧДА (ГОСТ 4233-77) барои муқаррар кардани потенциали зангзании бечараён ғутонада мешавад.

Омӯзиши хосиятҳои коррозияӣ-электрохимиявӣ ҳулаҳо дар потенциостати ПИ-50.1-1 бо усули потенциостатикӣ дар рёҷаи потенциодинамикӣ бо суръати потенциалии 2 мВ/с, бо истифода аз программасози ПР-8 ва дастгоҳи худсабткунандаи ЛКД-4 гузаронида шуд. Ҳарорати маҳлул бо истифода аз термостати МЛШ-8 доимо дар 20°C нигоҳ дошта мешуд. Электроди муқоисавӣ хлориди нуқра ва электроди ёрирасон платина аст. Таҳқиқоти электрохимиявӣ ҳулаи алюминийи AlCu4.5Mg1 намуди дуралюминий бо стронсий бо усули дар кори [9, 10] гузаронида шудааст.

Тадқиқоти рафтори коррозсионӣ-электрохимиявӣ ҳулаи алюминийи AlCu4.5Mg1 намуди дуралюминий бо стронсий ҷавҳаронидашуда дар муҳити NaCl ҳамчун ивазкунандаи муҳити баҳрӣ гузаронида шуд. Иловаҳои стронсий дар ҳулаи алюминийи AlCu4.5Mg1 ба 0,05 ÷ 1,0мас.% баробаранд. Тадқиқотҳо дар муҳити электролитҳои NaCl бо консентратсияи 0,3% маассавӣ гузаронида шуданд.

Ҳангоми тадқиқоти потенциостатикӣ ҳулаҳои синтезшуда вобастагии вақт аз потенциали зангзании озод дар давоми як соати таъсир дар муҳити электролитии NaCl муайян карда шуд (ҷадвали 1).

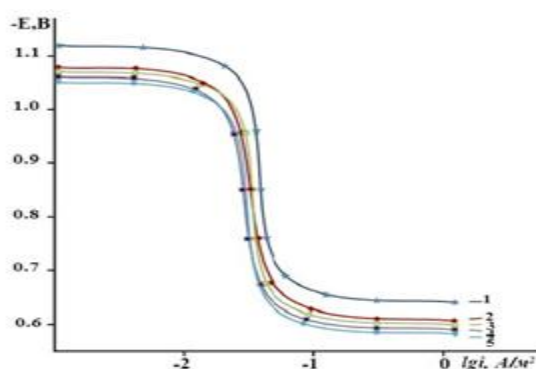
Натиҷаҳои тадқиқотҳо анҷомдодашуда дар ҷадвали 2 оварда шудаанд. Суръати корозионии ҳӯлаи алюминийи $\text{AlCu}_{4.5}\text{Mg}_1$ навъи дуралюминий тадриҷан бо зиёд шудани консентратсияи компоненти ҷавҳаронида (стронсий) қариб 22% коҳиш. Пастшавии суръати корозионии ҳӯлаҳо бо тағйирёбии қатъатҳои потенциодинамикии анод ба минтақаи қиматҳои потенциали мусбат майл мекунад (ниг. ба расм). Вобастагии суръати зангзанӣ ва зичии ҷараёни зангзании ҳӯлаи алюминийи $\text{AlCu}_{4.5}\text{Mg}_1$ навъи дуралюминий бо стронсий дар муҳити электролити 0.3% NaCl нишон медиҳад, ки бо зиёд шудани миқдори стронсий дар ҳӯлаи аслӣ суръати коррозия коҳиш меёбад. Дар ин ҳолат, потенциали корозионӣ, птитинҳосилшавӣ ва репассиватсия ба диапазони мусбати қиматҳо мегузарад.

Ҷадвали 1. Вобастагии вақт аз хусусияти потенциали зангзании озоди (Екор.озод, В) ҳӯлаи алюминийи $\text{AlCu}_{4.5}\text{Mg}_1$ намуди дуралюминий аз миқдори стронсий, дар муҳити электролитҳои 0.3% NaCl

Муҳит NaCl	Миқдори стронсий дар ҳӯла	Вақт, дақ.							
		1/4	1/2	2	5	10	20	40	60
% мас.									
0,30	0,0	0,812	0,773	0,757	0,736	0,730	0,725	0,716	0,713
	0,05	0,766	0,727	0,710	0,692	0,686	0,680	0,670	0,668
	0,1	0,748	0,718	0,701	0,680	0,674	0,668	0,659	0,654
	0,5	0,740	0,706	0,689	0,667	0,660	0,654	0,643	0,639
	1,0	0,735	0,697	0,678	0,654	0,647	0,641	0,630	0,625

Ҷадвали 2. Хусусиятҳои зангзанӣ-электрохимиявии ҳӯлаи алюминийи $\text{AlCu}_{4.5}\text{Mg}_1$ намуди дуралюминий бо стронсий, дар муҳити 0.3% электролити NaCl

Муҳит NaCl	Микдори стронсий дар хӯла	Потенсиалҳои электрохимиявӣ, В (х.с.э.)				Суръати коррозия	
		−E _{кор.оз}	−E _{кор.}	−E _{п.х.}	−E _{рп.}	I _{кор.} · 10 ² , А/м ²	K · 10 ³ , г/м ² ·ч
мас. %							
0.3	0.0	0.713	1.121	0.640	0.711	5.1	17.08
	0.05	0.668	1.080	0.609	0.680	4.6	15.41
	0.1	0.654	1.070	0.600	0.671	4.4	14.74
	0.5	0.639	1.060	0.589	0.660	4.2	14.07
	1.0	0.625	1.051	0.580	0.651	4.0	13.40



Расм. Поляризация потенциодинамики анода (2 мВ/сон.) хатҳои ҳӯлаи алюминийи $\text{AlCu}_{4.5}\text{Mg}_1$ навъи дуралюминий (1), ки дорои стронсий мебошад, мас. %: 0,05(2); 0,1(3); 0,5(4); 1,0(5), дар муҳити 0.3% электролитии NaCl

Ҳамин тавр илова намудани стронсий то 1,0% мас. дар ҳӯла дар муҳити 0.3% электролитии NaCl муқовимат ба корозионии онро зиёд мекунад. Дар мавриди ҳӯлаи алюминийи $\text{AlCu}_{4.5}\text{Mg}_1$ навъи дуралюминий, ки бо стронсий аз ҳисоби бештар ҳалшавандагии стронсий дар маҳлули саҳти алюминий бо мис ва магний тағйир

ёфтааст, муқовимат ба коррозиии ҳӯлаи аввала бо иловаҳои стронсий то 1.0% мас. дар муҳити 0.3% электролит NaCl афзоиш меёбад.

Адабиёт

1. Смирнов М.В. Электродные потенциалы в расплавленных хлоридах / М.В. Смирнов. – Москва: Наука, 1973. 248 с.
2. Красноярский В.В. Коррозионно-электрохимические свойства сплавов алюминия с железом в нейтральных растворах / В.В. Красноярский, Н.Р. Сайдалиев – Э. И.: Защита от коррозии и окружающей среды. М. 1991. Вып. 3. С.14-19.
3. Красноярский В.В. Коррозионно- электрохимическое поведение сплавов алюминия с кремнием / В.В. Красноярский, Н.Р. Сайдалиев, Л.С. Гузей // Э.И. Защита от коррозии и охрана окружающей среды. -1993. -Вып.8. -С.1-7.
4. Ганиев И.Н. Влияние рН среды на анодные поляризационные характеристики сплавов системы Al-Sr / И.Н. Ганиев, М.Ш. Шукроев // Изв. АН Тадж. ССР. Отд. Физ-мат, хим. И геол. Наук. 1986. -№1, -С.79-81.
5. Волкович А.В. Анодное растворение сплавов щелочноземельных металлов в расплавах хлоридов калия и натрия / А.В. Волкович // Расплавы. – 1997. – № 1. – С. 81-87.
6. Умарова Т.М. Коррозия двойных сплавов в нейтральных средах / Т.М. Умарова, И.Н. Ганиев. -Душанбе, 2007. 258 с.
7. Умарова Т.М. Коррозионное и электрохимическое поведение алюминия различной степени чистоты в нейтральной среде / Т.М. Умарова, И.Н. Ганиев // ДАН Республики Таджикистан. -2003. –Т. 46. -№1-2. -С.53-58.
8. Розловский А.А. Электрохимическое рафинирование тяжёлых легкоплавких металлов из расплавленных солей / А.А. Розловский, А.А. Булдаков, Г.Н. Ефимов. – Киев: Наукова думка, 1971. – 157 с.
9. Ходжаназаров Х.М. Потенциодинамическое исследование свинцового баббита БК (PbSb15Sn10K) / И.Н. Ганиев, Ф.К. Ходжаев // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2022. №1 (92). С. 86-92.
10. Ганиев И.Н. Влияние добавок калия на анодную устойчивость свинцового баббита БК (PbSb15Sn10K) / Х.М. Ходжаназаров, Ф.К. Ходжаев О.Х. Одиназода // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2022. № 1. С. 52-63.

ВЛИЯНИЕ СТРОНЦИЯ НА КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА $AlCu_{4,5}Mg1$ ТИПА ДЮРАЛЮМИНИЙ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 0,3% NaCl

¹Ганиев И.Н., ²Шоназаров Р.С., ¹Ходжаназаров Х.М., ³Файзуллоев У.Н.

¹ГНУ «Институт химии В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан

²Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава, г. Бохтар, Республика Таджикистан

³Филиал Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в г. Душанбе, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация: В статье представлены результаты исследования анодного поведения алюминиевого сплава $AlCu_{4,5}Mg1$ типа дюралюминий, легированного стронцием, в водном растворе 0,3% NaCl. Коррозионно-электрохимические испытания сплавов проводились потенциостатическим методом на установке ПИ-50-1.1 при скорости развертки потенциала 2 мВ/с. Установлено, что добавка стронция повышает коррозионную стойкость алюминиевого сплава $AlCu_{4,5}Mg1$ типа дюралюминий примерно на 22%. Основные электрохимические потенциалы данного сплава при легировании стронцием смещаются в положительную область значений.

Ключевые слова: алюминиевый сплав $AlCu_{4,5}Mg1$ типа дюралюминий, стронций, потенциостатический метод, 0,3% электролит NaCl, потенциал свободной коррозии, потенциал коррозии, потенциал питтингообразования, скорость коррозии.

EFFECT OF STRONTIUM ON CORROSION-ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF ALUMINUM ALLOY AlCu4.5Mg1 OF THE DURALUMIN TYPE IN 0.3% NaCl ELECTROLYTE ENVIRONMENT

¹Ganiev I.N., ²Shonazarov R.S., ¹Khojanazarov Kh.M., ³Faizulloev U.N.

¹State Scientific Institution "Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Bokhtar State University named after Nosir Khusrav, Bokhtar, Republic of Tajikistan

³Branch of the National Research Technological University "MISiS" in Dushanbe, Dushanbe, Republic of Tajikistan,

Annotation: The article presents the results of the study of the anodic behavior of the aluminum alloy AlCu4.5Mg1 of the duralumin type, alloyed with strontium, in an aqueous solution of 0.3% NaCl. Corrosion-electrochemical tests of the alloys were carried out by the potentiostatic method on the PI-50-1.1 installation at a potential scan rate of 2 mV/s. It was found that the addition of strontium increases the corrosion resistance of the aluminum alloy AlCu4.5Mg1 of the duralumin type by about 22%. The main electrochemical potentials of this alloy shift to the positive range of values when alloyed with strontium.

Key words: aluminum alloy AlCu4.5Mg1 of duralumin type, strontium, potentiostatic method, 0.3% NaCl electrolyte, free corrosion potential, corrosion potential, pitting potential, corrosion rate.



ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СВИНЦОВОГО БАББИТА Б(PbSb15Sn10) В СРЕДЕ РАСТВОРА NaCl

¹Ганиев И.Н., ¹Джумъева М.Б., ¹Ходжаназаров Х.М., ²Ходжаев Ф.К.

¹ГНУ «Институт химии В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан. *E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

²Таджикский технический университет им. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация: В работе приведены результаты экспериментального исследования коррозионно-электрохимическое поведение свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), легированного 2,0 мас.% цинком, в среде раствора 0,3%-ного NaCl. Показано, что добавка цинка уменьшает скорость коррозии свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) на 28%. С ростом концентрации цинка в электролит 0,3%-ного NaCl потенциалы коррозии и питтингообразования сплава смещаются в положительную область значений.

Ключевые слова: свинцовый баббит Б(PbSb15Sn10), цинк, потенциостатический метод, электрохимическое поведение, раствор 0,3%-ного NaCl, потенциал свободной коррозии, ток коррозии, скорость коррозии.

Введение

От качества баббитового сплава зависит и степень защиты изделий. Основная задача баббитов защищать механизмы от коррозии, ударных, температурных и других нагрузок. Данные сплавы обладают недостаточным уровнем коррозионной стойкости в агрессивных средах, что ограничивает области их использования [1,2].

Подшипники, которые работают при более высоких ударных нагрузках и жестких температурных режимах, преимущественно изготавливают на оловянной основе. При заливке толстостенных подшипников в больших количествах используют без оловянные свинцово-кальциевые баббиты [3].

Баббиты долговечны, износоустойчивы, быстро и плотно притираются к детали, обеспечивают бесшумность при трении и благодаря своей низкой теплопроводности, исключают перегрев двигателя [4,5].

Целью настоящей работы является исследование анодного поведения свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), легированного цинком, в среде водного раствора 0,3%-ного NaCl.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Свинцовый баббит Б(PbSb15Sn10) по ГОСТу 1320-74 (ИСО 4383-91) с цинком получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ, при температуре 450-500°C путём совместной плавки свинца марки С1 (99.985% Pb) ГОСТ 3778-77, олова марки ОВЧ-000 (99.999% Sn) ГОСТ 860-75, металлической сурьмы марки Су00 (99.9% Sb) ГОСТ 1089-82 и цинка металлической марки ЦВ0 (99.995 % Zn) (ГОСТ 3640-94). Содержание цинка в исходном сплаве составило 0.1-2.0 мас.%. Из полученного расплава отливали цилиндрические образцы диаметром 8 мм и длиной 120 мм в металлический кокиль для коррозионных испытаний. Для исследования электрохимических свойств торцевая часть образцов использовалась в качестве рабочего электрода.

Электрохимическое исследование образцов проводилось на импульсном потенциостате ПИ-50-1.1 с помощью программатора ПР-8, имеющего возможность автоматической записи в ЛКД-4. Температура раствора поддерживалась постоянной на уровне 25°C, т.е. контролировался с помощью термостата МЛШ-8. Воспроизводимость результатов на электродах одного и того же состава была в пределах ± 2 мВ. Электрохимическое исследование свинцового баббита Б(PbSb15Sn10), проводили по методике, описанной в работе [6].

Результаты коррозионно- электрохимических исследований сплавов приведены на рисунке и в таблице. Из рисунка видно, что добавка цинка к свинцовому баббиту Б(PbSb15Sn10) сдвигает потенциал свободной коррозии в более положительную область значений.

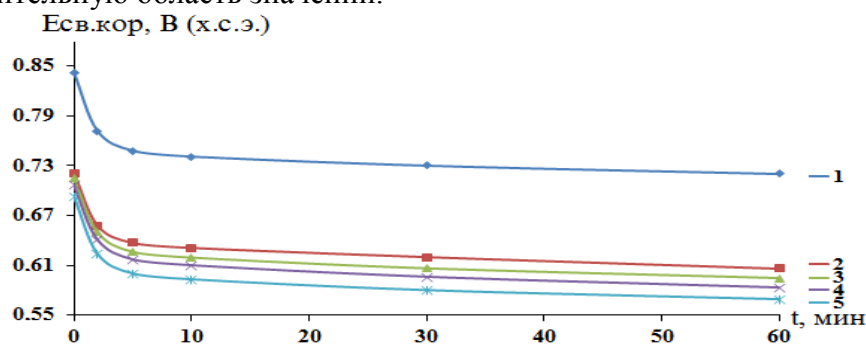


Рисунок. Временная зависимость потенциала свободной коррозии (Есв.корр, В), баббита Б (PbSb15Sn10) (1), содержащего цинк, мас.% : 0.1(2); 0.5(3); 1.0(4); 2.0(5), в среде раствора 0,3 %- ного NaCl

Таблица. Коррозионно-электрохимические характеристики свинцового баббита Б (PbSb 15Sn10) с цинком в среде раствора 0,3%-ного NaCl.

Содержание цинк в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы, В(х.с.э.)				Скорость коррозии	
	-Е _{св.корр.}	-Е _{корр.}	-Е _{п.о.}	-Е _{рп.}	$i_{корр} \cdot 10^2$ А/м ²	$K \cdot 10^3$ г/м ² ·час
-	0.720	1.066	0.595	0.690	0.75	28.98
0.1	0.606	0.955	0.486	0.585	0.60	23.19
0.5	0.594	0.946	0.477	0.577	0.58	22.41
1.0	0.583	0.938	0.469	0.569	0.56	21.64
2.0	0.569	0.930	0.460	0.561	0.54	20.87

Таким образом, изучение коррозионно-электрохимического поведения свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с цинком в нейтральной среде раствора 0,3%-ного NaCl показало, что добавка цинка до 2,0 мас.% уменьшает скорость коррозии исходного сплава на 28%.

Литература

1. Никольский К.К. Защита от коррозии металлических кабелей. – М.: Связь, 1970. 170 с.

2. Ганиев, И.Н. Одинаев, А.Х. Ходжаев, Ф.К. Ходжаназаров Х.М. Влияние бария на коррозионно-электрохимическое поведение свинцового баббита ББа (PbSb15Sn10Ba), в среде раствора NaCl // Журнал физической химии. 2023. Т. 97. № 12. С. 1776-1782.

3. Бешевли О.Б., Дуюн Т.А. Особенности теплового состояния баббитов при механической обработке. / В сборнике: Междисциплинарные подходы в материаловедении и технологии. Теория и практика. Сборник трудов Всероссийского совещания заведующих кафедрами материаловедения и технологии материалов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 29-34.

4. Потехин Б.А., Илюшин В.В., Христоролюбов А.С. Влияние способов литья на структуру и свойства оловянного баббита // МиТОМ. 2009, №8. С. 16-21.

5. Шалунов Е.П., Смирнов В.М., Илларионов И.Е. Пути создания теплопрочных антифрикционных композиционных материалов матрично-наполненного типа для тяжело нагруженных элементов узлов трения. / В сборнике: Современные технологии в машиностроении и литейном производстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. Чебоксары. 2017. С. 300-313.

6. Ганиев, И.Н. Одинаев, А.Х. Ходжаев, Ф.К. Ходжаназаров Х.М. Анодное поведение свинцового баббита БСт (PbSb15Sn10Sr), модифицированного стронцием, в среде раствора NaCl // Физика и химия обработки материалов. 2024. № 1. С. 77-84.

ТАЪСИРИ РУҲ БА РАФТОРИ КОРРОЗИОНӢ-ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ БАББИТИ СУРБӢ Б(PbSb15Sn10) ДАР МУҲИТИ МАҲУЛИ 0,3% NaCl

¹Ганиев И.Н., ¹Чумбаева М.Б., ¹Хочаназаров Х.М., ²Хочаев Ф.К.

¹МДИ “Институту кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия: Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии рафтори коррозионӣ-электрохимикӣ баббити сурбӣ Б(PbSb15Sn10) бо 2,0 % масс. руҳ дар маҳлули 0,3% NaCl ҷавҳаронидашуда оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки илова кардани руҳ суръати коррозияи баббит сурбӣ Б(PbSb15Sn10)-ро 28% кам мекунад. Бо зиёд шудани консентратсияи руҳ дар маҳлули электролити 0,3% NaCl , потенциали коррозионӣ ва питингҳосилиявӣ ҳўла ба диапозони мусбати қимматҳо мегузарад.

Калимаҳои калидӣ: баббит сурбӣ Б(PbSb15Sn10), руҳ, усули потенциостатикӣ, рафтори электрохимиявӣ, маҳлули 0,3% NaCl , потенциали коррозиони озод, ҷараёни коррозия, суръати коррозия.

INFLUENCE OF ZINC ON CORROSION-ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF LEAD BABBITTE B(PbSb15Sn10) IN A 0.3% NaCl SOLUTION ENVIRONMENT

¹Ganiev I.N., ¹Jumaeva M.B., ¹Khojanazarov Kh.M., ²Khojaev F.K.

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation: The paper presents the results of an experimental study of the corrosion-electrochemical behavior of lead babbitt B (PbSb15Sn10) alloyed with 2.0 wt.% zinc in a 0.3% NaCl solution. It is shown that the addition of zinc reduces the corrosion rate of lead babbitt B (PbSb15Sn10) by 28%. With an increase in the zinc concentration in the 0.3% NaCl electrolyte, the corrosion and pitting potentials of the alloy shift to the positive range of values.

Key words: lead babbitt B(PbSb15Sn10), zinc, potentiostatic method, electrochemical behavior, 0.3% NaCl solution, free corrosion potential, corrosion current, corrosion rate.

Расчёт коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава AlFe5Si10 с калием

И.Н. Ганиев¹, А.Г. Сафаров², С.Р. Олимшоева³, Ф. Холмуродов².

¹ ГНУ «Институт химии В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан. *E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

² Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

³ Таджикский технический университет им. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан.

Аннотация. В работе проведена расчет коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава АЖ5К10 с калием на основе измерения удельной теплоёмкости. Показано, что с ростом температуры коэффициент теплоотдачи увеличивается, а от содержания калия в сплаве уменьшается.

Ключевые слова: теплоёмкость, режим «охлаждения», калий.

Экспериментальные исследования теплоотдачи связаны с необходимостью организации перепада температур между потоком и стенкой. В большом количестве случаев теплообмен организуется с использованием нагревателей стенки или потока.

Коэффициент теплоотдачи зависит от скорости потока носителя тепла, вида течения, какова геометрия поверхности твердого тела и т.д. Это сложная величина и ее невозможно определить общей формулой. Обычно коэффициент теплоотдачи находят экспериментально.

Целью данной работы является расчет коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава АЖ5К10 с калием на основе измерения удельной теплоёмкости данного сплава.

В качестве исходного материала выбрали алюминиевый сплав АЖ5К10, который был извлечен из электролизера алюминиевой компании ОАО «ТАЛКО». Для получения тройных сплавов алюминиевый сплав АЖ5К10 легировали металлическим калием марки «чистый» в шахтных лабораторных печах типа СШОЛ при температуре 850–900 °С. Содержание калия в сплавах варьировали в пределах 0,05–1,0 мас.%. Из полученных сплавов в графитовой изложнице отливали цилиндрические образцы диаметром 16 мм и длиной 30 мм для исследования теплоемкости. Теплоемкость алюминиевого сплава АЖ4.5 с калием измеряли в режиме «охлаждения» по методике, описанной в работах [1-3].

Используя значения удельной теплоемкости алюминиевого сплава АЖ5К10 с калием и экспериментально полученные значения скорости охлаждения в соответствии с формулой:

$$\frac{dT}{d\tau} = -abe^{-b\tau} - pke^{-k\tau}$$

вычислили температурную зависимость коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава АЖ5К10 по уравнению:

$$a = \frac{C_p^0 m \frac{dT}{d\tau}}{(T - T_0) \cdot S},$$

где T и T_0 – температура образца и окружающей среды, S , m - площадь поверхности и масса образца, соответственно.

Полученная зависимость коэффициент теплоотдачи от температуры для алюминиевого сплава АЖ5К10 с калием и эталона (Cu марки М00) представлена на рисунке.

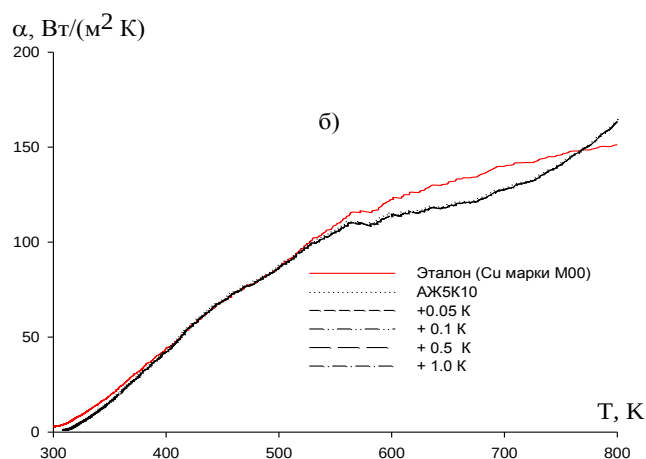


Рис. Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи алюминиевого сплава АЖ5К10 с калием и эталона (Cu марки М00)

Из рисунка следует, что с ростом содержания калия в алюминиевом сплаве АЖ5К10 коэффициент теплоотдачи уменьшается, а от температуры растёт.

Литература

1. Киров С.А., Козлов А.В., Салецкий А.М., Харабадзе Д.Э. Измерение теплоемкости и теплоты плавления методом охлаждения. Учебное пособие - М.: ООП Физический факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012. 52с.
2. Тарсин А.В., Костерин К.С. Определение теплоёмкости металлов методом охлаждения. Лабораторные занятия -Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2014. 34с.
3. Рогачев Н.М., Гусева С.И. Определение удельной теплоемкости твердых тел: Метод. указания к лабор. работе №1-23 -Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва, 2012.

Ҳисоб кардани коэффитсиенти гармидиҳии ҳӯлаи алюминий AlFe5Si10 бо калий И.Н. Ғаниев¹, А. Ғ. Сафаров², С. Р. Олимшоева³, Ф. Холмуродов².

¹ МДИ “Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

² Институти физикаю техникаи ба номи С. У. Умарови АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³ Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар қор коэффитсиенти гармидиҳии ҳӯлаи алюминийи АЖ5К10 бо калий дар асоси ченкунии иқтидори гармии хос ҳисоб карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат коэффитсиенти гармидиҳӣ меафзояд ва аз миқдори калий дар ҳӯла кам мешавад.

Калимаҳои асосӣ: иқтидори гармӣ, режими хунуккунӣ, калий.

Calculation of the heat transfer coefficient of aluminum alloy AlFe5Si10 with potassium

I.N.Ganiev¹, A.G. Safarov², S.R.Olimshoeva³, F. Kholmurodov².

¹ Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe, Republic of Tajikistan

² S.U. Umarov Institute of Physics and Technology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

³ Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation. The calculation of the heat transfer coefficient of aluminum alloy AZH5K10 with potassium based on the measurement of specific heat capacity was carried out. It is shown that as the temperature increases, the heat transfer coefficient increases, while the potassium content in the alloy decreases.

Keywords: heat capacity, "cooling" mode, potassium.

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$ ТИПА ДЮРАЛЮМИН, ЛЕГИРОВАННОГО ЛАНТАНОМ В СРЕДЕ 3,0%-НОГО РАСТВОРА $NaCl$

Савдуллоева С.С., Ганиев И.Н., Худойбердизода С.У.

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г.Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail: salima10886@mail.ru

Аннотация: В статье приведены результаты исследования влияния добавки лантана на анодное поведение алюминиевого сплава $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$ типа дюралюмин в среде 3,0%-ного раствора $NaCl$. Исследование коррозионно-электрохимического поведения сплавов проведено потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с. Показано, что добавка лантана смещает в положительную область основные электрохимические потенциалы, снижает скорость анодной коррозии исходного сплава $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$ на 15-20%.

Ключевые слова: алюминиевый сплав $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$, лантан, раствор $NaCl$, потенциостатический метод, анодное поведение, потенциал коррозии, скорость коррозии.

Для борьбы с коррозией затрачиваются колоссальные средства – на ремонт повреждённого оборудования, защитные покрытия на металле, увеличение припусков при проектировании металлических конструкций, на более дорогие высоколегированные сплавы. Таким образом, защита металлов от коррозионного разрушения и создание новых коррозионностойких сплавов имеют огромное народнохозяйственное значение. Успешное развитие техники неразрывно связано с необходимостью изыскания новых конструкционных материалов повышенной коррозионной стойкости, усовершенствования методов защиты от коррозии [1].

Алюминиевые сплавы с пониженной плотностью системы Al-Mg-Li-Me характеризуются сложным фазовым составом на этапах как промежуточной, так и окончательной термической обработки. Это обусловлено значительным суммарным содержанием легирующих элементов в сплавах по сравнению с традиционным сплавом Д16, для замены которого они предназначены. Так, в сплаве 1423 (система Al-Li-Mg-Zr-Sc) суммарное содержание легирующих элементов составляет 11,0% (ат.), а в сплаве 1430 (система Al-Li-Mg-Cu-Zr) -9,5% (ат.).

Сплавы для исследования нами получены в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750-850 °С. Из расплавов отливали образцы в графитовой изложнице, диаметром 8 и длиной 140 мм. Не рабочую поверхность образцов изолировали смолой состоящей из смеси канифоли и парафина в соотношении 50:50 (%). Рабочую торцевую часть образцов зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжиривали, тщательно промывали спиртом и затем погружали в раствор $NaCl$. Электродом сравнения служил насыщенный хлорид серебряный электрод, вспомогательным – платиновый электрод [2-4].

Исследование потенциала свободной коррозии, анодное поведение и скорости коррозии алюминиевого сплава $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$, легированного лантаном, проводилось на потенциостате ПИ-50.1.1. по методике, описанной в работах [3-4].

Приведённые в таблице 1 изменения потенциала свободной коррозии алюминиевого сплава $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$, легированного лантаном, во времени в среде 3,0%-ного раствора $NaCl$ фиксировались в течение часа. Независимо от химического состава для всех исследованных групп сплавов отмечено смещение потенциала в положительную область, что характеризует динамику формирования защитной оксидной плёнки, которая завершается к 60 минутам от начала погружения в электролит, и мало зависит от химического состава сплавов.

Таблица 1. Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии (Е_{св.кор.}, В) алюминиевого сплава $AlMg_{5.5}Li_{2.1}Zr_{0.15}$ от содержания лантана, в среде 3,0%-ного раствора $NaCl$.

Время выдержки, минут	Содержания лантана в сплаве масс. %				
	0.0	0.01	0.1	0.5	1.0
0	1.221	1.127	1.113	1.099	1.086
0.15	1.207	1.117	1.103	1.088	1.076
0.2	1.193	1.106	1.093	1.079	1.068

0.3	1.177	1.096	1.083	1.070	1.060
0.4	1.160	1.087	1.074	1.062	1.052
0.5	1.145	1.078	1.065	1.054	1.045
0.6	1.134	1.070	1.057	1.046	1.038
2	1.123	1.062	1.049	1.039	1.031
3	1.111	1.054	1.041	1.032	1.024
4	1.100	1.046	1.034	1.025	1.017
5	1.088	1.039	1.027	1.018	1.010
10	1.077	1.032	1.020	1.012	1.003
20	1.068	1.026	1.013	1.006	0.996
30	1.060	1.020	1.008	1.000	0.990
40	1.053	1.015	1.004	0.995	0.985
50	1.047	1.012	1.001	0.990	0.980
60	1.043	1.011	1.000	0.988	0.977

Анодное поведение алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15, с добавками лантана исследовалось также в среде 3,0%-ного электролита NaCl. Результаты исследования представлены в таблице 2. Как показывают результаты, с ростом концентрации лантана значения потенциалов свободной коррозии и питтингообразования ($E_{\text{св.кор.}}$ и $E_{\text{п.о.}}$) в исходном сплаве растут.

Таблица 2. Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 с лантаном, в среде раствора 3,0%- ного NaCl.

Содержание лантана в сплаве, масс. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии	
	$-E_{\text{св.кор.}}$	$-E_{\text{корр.}}$	$-E_{\text{п.о.}}$	$-E_{\text{рп.}}$	$i_{\text{кор}} \cdot 10^2$ А/м ²	$K \cdot 10^3$, г/(м ² ·час)
-	1.043	1.200	0.900	1.000	10.9	36.51
0.01	1.011	1.172	0.873	0.977	10.6	35.51
0.1	1.000	1.161	0.864	0.968	10.4	34.84
0.5	0.988	1.150	0.854	0.959	10.2	34.17
1.0	0.977	1.139	0.845	0.950	10.0	33.50

На рисунке приведены анодные поляризационные кривые алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 лантаном в среде 3,0%-ного раствора NaCl. Видно, что кривые, относящиеся к сплавам с лантаном, находятся левее кривой исходного сплава. Торможение процесса анодного растворения сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 с лантаном вызывает уменьшение скорости его коррозии.

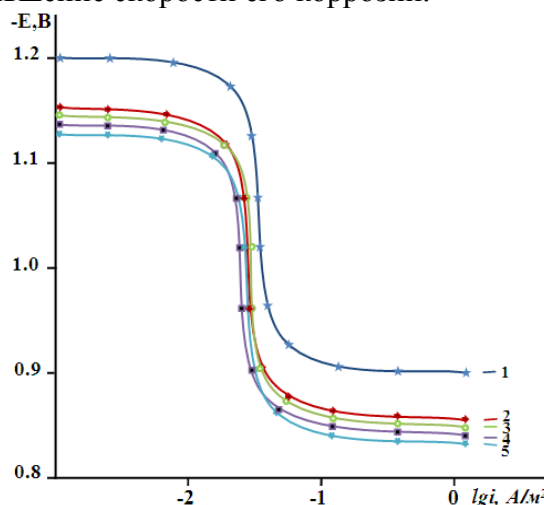


Рисунок. Потенциодинамические анодные поляризационные (2мВ/с) кривые алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 (1), содержащего лантаном мас. %: 0.01(2); 0.1(3); 0.5(4); 1.0(5), в среде 3,0 % - ного раствора NaCl

По результатам исследования установлено, что рост концентрации легирующего компонента лантана способствует увеличению величины потенциалов питтингообразования и репассивации в среде 0,3% ного раствора NaCl. Таким образом, установлено, что анодная устойчивость повышается на 10-15%, при легировании лантаном до 1.0 мас. % алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15, в среде электролита NaCl.

Литература

1. Тарасенко Л.В., Колобнев Н.И., Хохлатова Л.Б. Фазовый состав и механические свойства сплавов системы Al - Mg - Li – Me // Металловедение и термическая обработка металлов. 2008. №2 С.40-43.
2. Ганиев И.Н., Додхоев Э.С., Якубов У.Ш. Коррозионно-электрохимическое поведение сплавов системы Mg - La в среде электролита NaCl // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2021. Т. 77. № 1. С. 19-23.
3. Ганиев И.Н., Савдуллоева С.С., Худойбердизода С.У., Джайлоев Дж.Х. Потенциостатическое исследование алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 типа дюралюмин с лантаном в среде водного раствора NaCl // Практика Противокоррозионной Защиты. 2024. Т. 29, № 3. С. 41-50.
4. Ганиев И.Н., Ходжаназаров Х.М., Ходжаев Ф.К., Одиназода Х.О. Влияние добавок калия на анодную устойчивость свинцового баббита БК (PbSb15Sn10K) // Вестник Пермский национальный исследовательский политехнический университет. 2022. №1. С. 52-63.

Анодное поведение алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 типа дюралюмин, легированного лантаном В СРЕДЕ 3.0%-ного раствора NaCl

Савдуллоева С.С., Ганиев И.Н., Худойбердизода С.У.

*Институту кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш.Душанбе,
Ҷумҳурии Тоҷикистон*

Аннотатсия. Дар мақола натиҷаҳои тадқиқот оид ба таъсири иловаи лантан ба рафтори анодии хӯлаи алюминийи AlMg5.5Li2.1Zr0.15 намуди дюралюмин дар муҳити маҳлули 3,0% NaCl оварда шудааст. Тадқиқи рафтори коррозионӣ-электрохимиявӣ омехтаҳо бо усули потенциостатикӣ дар режими потенциодинамикӣ бо суръати паҳнкунии потенциали 2 мВ/с гузаронида шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаи лантан потенциалҳои асосии электрохимиявиро ба минтақаи мусбат мегузаронад, суръати зангзании анодии хӯлаи ибтидоии AlMg5.5Li2.1Zr0.15-ро 15-20% коҳиш медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи AlMg5.5Li2.1Zr0.15, лантан, маҳлули NaCl, усули потенциостатикӣ, рафтори анодӣ, потенциали зангзании, суръати зангзании.

Anodic behavior of aluminum alloy AlMg5.5Li2.1Zr0.15 type duralumin doped with lanthanum in a medium of 3.0% NaCl solution

Savdulloeva S.S., Ganiev I.N., Khudoiberdizoda S.U.

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Dushanbe,
Republic of Tajikistan*

Abstract: The article presents the results of a study of the effect of lanthanum additives on the anodic behavior of aluminum alloy AlMg5.5Li2.1Zr0.15 type duralumin in a 3.0% NaCl solution. The study of the corrosion–electrochemical behavior of alloys was carried out by the potentiostatic method in a potentiodynamic mode with a potential sweep rate of 2 mV/s. It is shown that the addition of lanthanum shifts the main electrochemical potentials to the positive region and reduces the rate of anodic corrosion of the initial alloy AlMg5.5Li2.1Zr0.15 by 15-20%.

Keywords: aluminum alloy AlMg5.5Li2.1Zr0.15, lanthanum, NaCl solution, potentiostatic method, anodic behavior, corrosion potential, corrosion rate.

♦

ВЛИЯНИЕ ГАЛЛИЯ НА ПОТЕНЦИАЛ КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА $AlFe5Si10$, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА $NaCl$

¹ГАНИЕВ И.Н., ²АМОНЗОДА И.Т., ³ЯКУБОВ У.Ш., ¹ЖУРАЕВА М.Ш.

¹Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г.Душанбе,
Республика Таджикистан, *E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

²Национальная академия наук Таджикистана, г.Душанбе, Республика
Таджикистан

³Центр по исследованию инновационных технологий НАН Таджикистана,
г.Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация. В работе потенциостатическим методом при скорости развёртки потенциала 2мВ/с исследовано потенциал коррозии алюминиевого сплава $AlFe5Si10$, легированного галлием, в среде электролита $NaCl$. Добавка галлия снижает скорость коррозии исходного сплава на 30-40%. Сравнение электрохимических потенциалов изученных сплавов показывают возможность использования их в качестве протектора при защите от коррозии стальных конструкций и изделий.

Ключевые слова: алюминиевый сплав $AlFe5Si10$, галлий, потенциостатический метод, электролит $NaCl$.

В настоящее время сплавы на основе алюминия широко применяются в качестве конструкционных материалов. С одной стороны, они демонстрируют уникальное сочетание важных эксплуатационных характеристик (прочности, пластичности, коррозионной стойкости и т.д.) с низкой плотностью в сравнении со сталью и медными сплавами. С другой стороны, алюминий - один из наиболее распространённых в природе элементов, занимает по содержанию в земной коре третье место (до 8 %). За последние годы происходило активное наращивание темпов его производства (более 60 млн. т/год) и потребления (около 90 млн. т/год), и теперь алюминий уверенно занимает первое место по этим показателям среди всех цветных металлов [1].

Растворимость железа в твердом алюминии очень низкая и составляет 0,04 мас.% при 625 °С [2]. Поэтому железо образует интерметаллические фазы. В зависимости от химического состава и условий затвердевания микроструктура сплавов $Al-Si-Fe$ может содержать следующие интерметаллические фазы: $\alpha-Al_8Fe_2Si$, $\beta-Al_5FeSi$ и $\delta-Al_9FeSi_2$ в качестве первично кристаллизованных фаз.

Наиболее часто выделяющейся фазой в сплавах $Al-Si-Fe$ является $\beta-Al_5FeSi$. Фаза $\beta-Al_5FeSi$ отрицательно влияет на механические свойства. Иглы этой фазы имеют насечки в микроструктуре. Вдоль иглолок $\beta-Al_5FeSi$ могут появляться трещины [3].

В связи с тем, что механизм электрохимической коррозии алюминиевых сплавов, в нейтральной среде электролита $NaCl$ носит анодный характер, необходимо определить параметры данного процесса. В литературе сообщается о положительном влиянии щёлочноземельных металлов на коррозионную устойчивость алюминиевого сплава $AlFe5Si10$ [4].

Цель настоящей работы состоит в исследовании влияния добавки галлия на потенциал коррозии алюминиевого сплава $AlFe5Si10$ на основе низкосортного алюминия, в среде электролита $NaCl$. Для достижения поставленной цели необходимо определять основные электрохимические параметры и скорость коррозии алюминиевого сплава $AlFe5Si10$, содержащего галлия.

Сплавы для коррозионно-электрохимических исследований, получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750 - 850 °С с добавлением галлия к сплаву $AlFe5Si10$. Химический анализ полученных сплавов на содержание железа и кремния проводилось в Центральной заводской лаборатории ГУП "Таджикская алюминиевая компания". Состав сплавов также

контролировалось взвешиванием шихты и полученных сплавов. При отклонении масса сплавов более чем на 1-2% отн. синтез сплавов проводился заново. Далее из расплава удалялось шлак и производилось литьё образцов для коррозионно-электрохимических исследований, в графитовую изложницу. Образцы цилиндрической формы имели диаметр 10мм и длину 140мм. Нерабочая часть образцов изолировалась смолой (смесь 50% канифоли и 50% парафина). Рабочей поверхностью служил торец электрода. Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжиривали, тщательно промывали спиртом и затем погружали в раствор NaCl. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянная 20 °С с помощью термостата МЛШ-8. Для изучения электрохимических свойств сплавов применяли потенциостатический метод исследования, подробно описанный в работах [5, 6]. Электрохимические испытания образцов проводили потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме на потенциостате ПИ-50-1.1 со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с, в среде электролита NaCl. Электродом сравнения служил хлорид-серебряный, вспомогательным - платиновый.

В таблице представлены коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава AlFe5Si10 с добавлением галлия, в среде электролита NaCl, различной концентрации. Видно, что с ростом содержания галлия в исходном сплаве AlFe5Si10 и уменьшении концентрации хлорид-иона, потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации смещаются в положительную область значений. Это сопровождается уменьшением скорости коррозии исходного сплава почти на 40%. Зависимость скорости коррозии алюминиевого сплава AlFe5Si10 от содержания галлия, в среде электролита NaCl представлена на рис. Скорость коррозии и плотность тока коррозии имеют минимальное значение при легировании исходного сплава AlFe5Si10 до 3.0 мас.% галлием.

Следовательно, указанный состав сплавов является оптимальным в коррозионном отношении. Увеличение концентрации хлорид-иона способствует росту скорости коррозии сплавов. При этом электрохимические потенциалы смещаются в отрицательную область. С ростом концентрации галлия, анодные кривые легированных сплавов смещаются в положительную область, что сопровождается сдвигом потенциалов свободной коррозии ($-E_{св.кор.}$), питтингообразования ($-E_{п.о.}$) и репассивации ($-E_{рп.}$) в область положительных значений (таблица).

Таблица. Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава AlFe5Si10 с галлием, в среде электролита NaCl

Среда NaCl	Содержание галлия в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии	
		$-E_{св.кор.}$	$-E_{кор.}$	$-E_{п.о.}$	$-E_{рп.}$	$i_{кор} \cdot 10^2, \text{А/м}^2$	$K \cdot 10^3, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$
0.03	-	0.750	0.994	0.645	0.738	3.7	12.39
	0.05	0,735	0,980	0,633	0,727	3.5	11.72
	0.5	0,722	0,968	0,622	0,718	3.2	10.72
	1.0	0,710	0,959	0,611	0,709	3.0	10.05
	3.0	0,700	0,950	0,600	0,700	2.8	9.38
0.3	-	0.950	1.060	0.660	0.780	4.6	15.42
	0.05	0,932	1,047	0,650	0,768	4.2	14.07
	0.5	0,915	1,035	0,639	0,759	3.8	12.73
	1.0	0,894	1,024	0,630	0,750	3.4	11.39
	3.0	0,875	1,014	0,620	0,740	3.0	10.05
3.0	-	1,000	1,110	0,700	0,900	5.8	19.43
	0.05	0,977	1,100	0,690	0,880	5.4	18.09
	0.5	0,963	1,088	0,679	0,870	5.0	16.75
	1.0	0,944	1,076	0,668	0,862	4.6	15.42

	3.0	0,927	1,065	0,660	0,854	4.2	14.07
--	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------

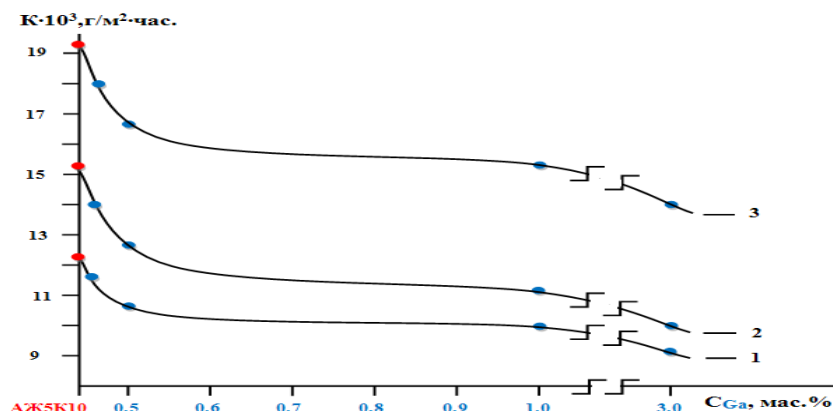


Рис. Зависимость скорости коррозии алюминиевого сплава AlFe5Si10 от концентрации галлий, в среде электролита 0,03% (3); 0,3% (2) и 3,0%-ного (1) NaCl

Библиографический список

1. Алиева С.Г., Альтман М.Б., Амбарцумян С.М. Промышленные алюминиевые сплавы: справочник. -М.: Металлургия, 1984. 528с.
2. Belov N.A., Aksenov A.A., Iron in Aluminum Alloys. Impurity and Alloying Element, London and New York, 2002. P. 3-7.
3. Мондольфо, Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. -М.: Металлургия, 1979. 640с.
4. Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Бокиев Л.А., Джураева М.Ш. Влияние бария и хлорид-иона на потенциал свободной коррозии сплава АЖ5К10 // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки. Материалы XXI Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. 2017. С. 124-126.
5. Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Бокиев Л.А., Эсанов Н.Р. Влияние добавок кальция на коррозионный потенциал и потенциал питтингообразования сплава АЖ5К10 // В сборнике: Лучшая научная статья 2017. сборник статей победителей VII Международного научно-практического конкурса. 2017. С. 19-25.
6. Бокиев Л.А., Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Хакимов А.Х., Якубов У.Ш. Влияние лития на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого сплава АЖ5К10, в среде электролита NaCl // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2019. № 3 (37). С. 79-89.

THE EFFECT OF GALLIUM ON THE CORROSION POTENTIAL OF AlFe5Si10 ALUMINUM ALLOY IN THE MEDIUM OF NaCl ELECTROLYTE

¹GANIEV I.N., ²AMONZODA I.T., ³YAKUBOV U.S., ¹ZHURAEVA M.S.

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

³Center for Research of Innovative Technologies of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. The corrosion potential of gallium-doped aluminum alloy AlFe5Si10 in the medium of NaCl electrolyte was investigated using the potentiostatic method at a potential sweep rate of 2 Mv/s. The addition of gallium reduces the corrosion rate of the initial alloy by 30-40%. A comparison of the electrochemical potentials of the studied alloys shows the possibility of using them as a protector for corrosion protection of steel structures and products.

Keywords: aluminum alloy AlFe5Si10, gallium, potentiostatic method, electrolyte NaCl.

ТАЪСИРИ ГАЛЛИЙ БА ПОТЕНСИАЛИ ЗАНГЗАНИИ ХӢЛАИ АЛЮМИНИЙ $AlFe5Si10$, ДАР МУҲИТИ ЭЛЕКТРОЛИТИ $NaCl$

¹ҒАНИЕВ И.Н., ²АМОНЗОДА И.Т., ³ЯҚУБОВ У.Ш., ¹ҶУРАЕВА М.Ш.

¹Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе,
Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³МД “Маркази таҳқиқоти технологияҳои инноватсионии АМИ Тоҷикистон,
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар қор бо усули потенциостатикӣ ҳангоми суръати паҳнкунии потенциали $2mV/c$ потенциали зангзании хӯлаи алюминийи $AlFe5Si10$, ки бо галлий ҷавҳаронида шудааст, дар муҳити электролити $NaCl$ тадқиқ карда шудааст. Иловаи галлий суръати зангзании хӯлаи ибтидоиро 30-40% коҳиш медиҳад. Муқоисаи потенциалҳои электрохимиявии хӯлаҳои омӯхташуда имкон медиҳад, ки онҳоро ҳамчун протектор ҳангоми муҳофизат аз зангзании сохторҳо ва маҳсулоти нӯлод истифода баранд.

Калимаҳои калидӣ: Хӯлаи алюминий $AlFe5Si10$, галлий, усули потенциостатикӣ, электролити $NaCl$.

ПОТЕНЦИАЛ СВОБОДНОЙ КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА $AlFe5Si10$, ЛЕГИРОВАННОГО ГАЛЛИЕМ

¹ЯҚУБОВ У.Ш., ²ҒАНИЕВ И.Н., ³АМОНЗОДА И.Т., ²ЖУРАЕВА М.Ш.

¹ Центр по исследованию инновационных технологий НАН Таджикистана,
г.Душанбе, Республика Таджикистан

²Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г.Душанбе,
Республика Таджикистан, *E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

³Национальная академия наук Таджикистана, г.Душанбе, Республика
Таджикистан

Аннотация. Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развёртки потенциала $2mV/c$ исследовано потенциал свободной коррозии алюминиевого сплава $AlFe5Si10$, легированного галлием, в среде электролита $NaCl$. Показано, что с увеличением концентрации хлорид – иона в электролите $NaCl$ наблюдается смещение в отрицательную область значения потенциалов свободной коррозии. Рост концентрации хлорид – иона способствует росту скорости коррозии сплавов не зависимо от их состава.

Ключевые слова: сплав $AlFe5Si10$; галлий; потенциостатический метод; электролит $NaCl$; потенциал.

Сплавы алюминия широко используются в различных отраслях машиностроения, авиации, энергетики, строительстве и т.д. Среди них особое место отводится жаропрочным сплавам. К этой группе сплавов относятся сплавы на основе системы алюминий-железо. Алюминий с повышенным содержанием железа практически не используется, за исключением того, что применяют для дегазации и раскисления стали. Цель наших исследований заключается в разработке сплавов на основе низкосортного алюминия, с тем чтобы превратить не кондиционный металл в сплав, который отличался бы прецизионными свойствами и применялся в промышленности. Для достижения поставленной цели в качестве объекта исследования был выбран сплав АЖ5К10 состава $Al+5\%Fe+10\%Si$. Последний подвергался модифицированию барием в количествах от 0,01 до 1,0 мас. %.

Сплавы для коррозионно-электрохимических исследований получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ, с использованием алюминия с повышенным содержанием железа (5 мас.%), который извлекался непосредственно из одной ванны алюминиевой компании ГУЛ «ТАЛКО». Из полученных сплавов в графитовую изложницу отливали стержни диаметром 8 мм и длиной 140 мм.

Нерабочая часть образцов изолировалась смолой (смесь 50% канифоли и 50% парафина). Рабочей поверхностью служил торец электрода. Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжировали, тщательно промывали спиртом и затем погружали в электролит 0,03%, 0,3% и 3%-ного NaCl (ГОСТ 4233-77) [1, 2].

Электрохимические испытания образцов проводили потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме на потенциостате ПИ-50-1.1 со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с, в среде электролита NaCl. Образцы потенциодинамически поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося при погружении, до резкого возрастания тока в результате питингообразования. Затем образцы поляризовали в обратном направлении до потенциала – 1500 мВ, в результате чего происходило подщелачивание при электродном слое поверхности сплава. Далее шли в анодную область и из анодных кривых определяли основные электрохимические параметры процесса коррозии сплавов. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянной 20 °С с помощью термостата MLLII-8. Подробно методика исследования приведена в работах [3, 4].

Видно, что потенциал свободной коррозии исходного сплава AlFe5Si10 от содержания галлия в пределах 0,05-3,0% и во времени смещается в положительную область во всех трёх исследованных средах. Легирование сплава AlFe5Si10 галлием не зависимо от его содержания отодвигает в положительную область потенциал свободной коррозии сплава AlFe5Si10 (рис.).

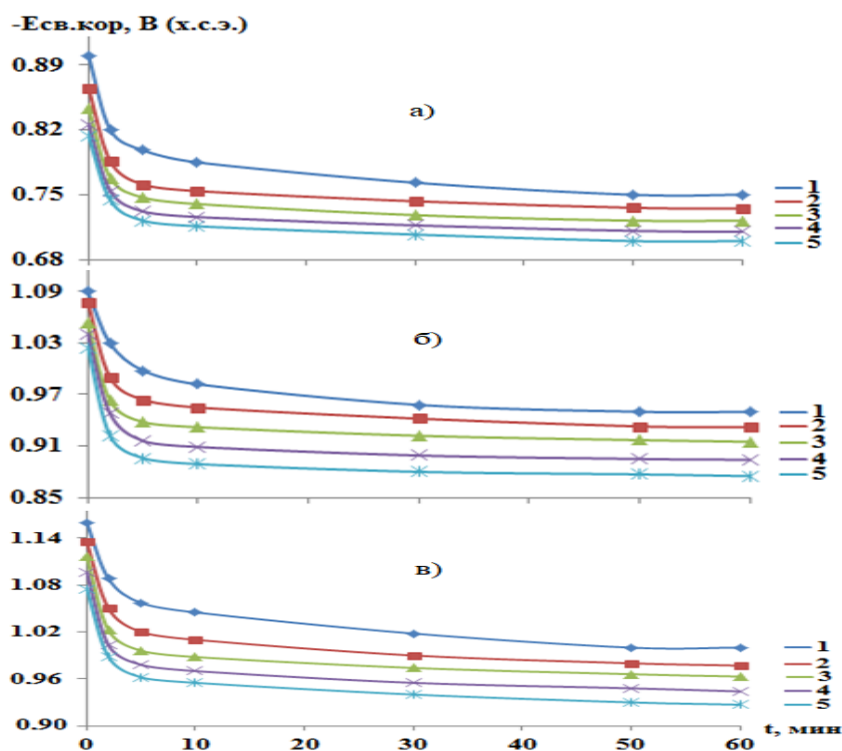


Рис. Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{\text{св.кор.}}$, В) сплава AlFe5Si10 (1), содержащего галлий, мас. %: 0.05(2); 0.5(3); 1.0(4); 3.0(5), в среде электролита 0,03% (а); 0,3% (б) и 3% - ного (в) NaCl

Стабилизация потенциала свободной коррозии наблюдается в течение 20 - 30 минут от начала погружения электрода в электролит. Видно, что зависимость изменения потенциала свободной коррозии от времени для исходного сплава AlFe5Si10 и сплавов с галлием показывают смещение потенциала в положительную область. При этом, потенциал свободной коррозии у сплава с 3,0 мас.% галлием имеет более положительное значение по сравнению с исходным сплавом. Отмечено, что рост концентрации галлия приводит к смещению потенциала

свободной коррозии в область положительных значений. Добавка легирующего компонента (галлия) к сплаву AlFe5Si10 в средах электролита 0,03; 0,3 и 3,0%-ного NaCl (рис.).

Литература

1. Умарова Т.М., Ганиев И.Н. Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах. Душанбе: Дониш, 2007, 258с.

2. Дриц М.Е. Алюминиевые сплавы. Свойства, обработка применение. М.: Металлургия, 1979, 679с.

3. Бокиев Л.А., Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Хакимов А.Х., Якубов У.Ш. Влияние лития на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого сплава АЖ5К10, в среде электролита NaCl // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2019. № 3 (37). С. 79-89.

4. Бокиев Л.А., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х., Якубов У.Ш. Потенциал свободной коррозии алюминиевого сплава АЖ5К10 с литием, в среде электролита NaCl // В сборнике: Вопросы физической и коллоидной химии. Материалы IV Международной конференции, посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Хаида Мухсиновича Якубова и Зухуриддина Нуриддиновича Юсуфова. 2019. С. 107-111.

POTENTIAL OF FREE CORROSION OF GALLIUM-DOPED ALUMINUM ALLOY AlFe5Si10

¹YAKUBOV U.S., ²GANIEV I.N., ³AMONZODA I.T. ²ZHURAEVA M.S.

¹Center for Research of Innovative Technologies of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

³National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. The potential of free corrosion of gallium-doped aluminum alloy AlFe5Si10 in the medium of NaCl electrolyte has been studied by the potentiostatic method in the potentiodynamic mode at a potential sweep rate of 2 mV/s. It is shown that with an increase in the concentration of chloride ion in the NaCl electrolyte, the values of free corrosion potentials shift to the negative region. An increase in the concentration of chloride ion contributes to an increase in the corrosion rate of alloys, regardless of their composition.

Keywords: AlFe5Si10 alloy; gallium; potentiostatic method; NaCl electrolyte; potential.

ПОТЕНЦИАЛИ ЗАНГЗАНИИ ОЗОДИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИЙИ AlFe5Si10, ХҶЛАИ ГАЛЛИЙ

¹ЯКУБОВ У.Ш., ²ГАНИЕВ И.Н., ³АМОНЗОДА И.Т. ²ЧУРАЕВА М.Ш.

¹Маркази таҳқиқоти технологияҳои инноватсионии АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Бо усули потенциостатикӣ дар режими потенциодинамикӣ ҳангоми суръати паҳнкунии потенциали 2мВ/с потенциали зангзании озоди ҳӯлаи алюминийи AlFe5Si10, ки бо галлий ҷавҳаронида шудааст, дар муҳити электролити NaCl тадқиқ карда шудааст. Бо афзоиши консентратсияи хлорид-ион дар электролити NaCl нишон дода шудааст, ки ба минтақаи манфии арзиши потенциалҳои зангзании озод кӯчидан мушоҳида мешавад. Афзоиши консентратсияи хлорид-ион ба афзоиши суръати зангзании ҳӯлаҳо новобаста аз таркиби онҳо мусоидат мекунад.

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Zn-In В СРЕДЕ 0.3-НОГО ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl

Ганиев И.Н.¹, Атоев Г.М.¹, Исмонов Р. Д.², Абдухоликова П.Н.³,
Сафаров А. М.¹

¹ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана»,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, *E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

²Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими,
г. Душанбе, Республика Таджикистан

³Российско-Таджикский (Славянский) университет, г. Душанбе, Республика
Таджикистан

Аннотация. В работе приведены результаты исследования анодного поведения сплавов системы Zn-In в среде электролита NaCl. Показано, что добавка индия (0.01-0.5 мас.%) улучшает коррозионную стойкость цинка на 16%. С ростом концентрации индия в исходном сплаве потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации смещаются в положительную область значений.

Ключевые слова: сплавы Zn-In, анодное поведение, потенциостатический метод, потенциал свободной коррозии, потенциалы питтингообразования и репассивации, скорость коррозии.

Цинк широко используется в цинковании различных изделий в качестве защиты от коррозионных воздействий, кроме чистого цинка, сплавы на его основе также хорошо защищают поверхности от коррозии. Цинкованию подвергаются различные изделия – это листовая сталь, проволока, детали автомашин, приборов, трубы и различные виды арматуры. Так, в строительстве, расход цинка составляет примерно 50% от всего получаемого металлического цинка и примерно 65% оцинкованной листовой стали. Также одним из основных потребителей цинка является автомобильная промышленность, в которой используются оцинкованные листы [1, 2].

В промышленности практически не применяется нелегированный цинк, который по сравнению с легированным обладает более низкими механическими, технологическими и физическими свойствами. Поэтому для улучшения различных характеристик цинка принято легировать его различными добавками с целью улучшения определённых заданных свойств [3].

Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния добавки индия на анодное поведение цинка, которые могут использоваться в качестве эффективных покрытий и протекторов для повышения коррозионной стойкости стальных конструкций, изделий и сооружений.

Материалы и методика эксперимента

Для изучения электрохимических свойств сплавов системы Zn-In применяли потенциостатический метод исследования. Сплавы для коррозионно-электрохимических исследований получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ. Сплавы цинка содержали 0,01-0,5 мас.% индия.

Исследование коррозионно-электрохимического поведения сплавов проводилось, в среде электролита NaCl с концентрацией 0.3% при скорости развёртки потенциала 2мВ/с на потенциостате ПИ-50.1.1 по методикам, описанным в работах [4, 5]. Скорость коррозии (К), как основной показатель коррозионной устойчивости рассчитывалась по формуле:

$$K = i_{\text{кор}} \cdot k$$

где $k = 1,22 \text{ г/А} \cdot \text{час}$ электрохимический эквивалент цинка.

Сравнивая потенциал свободной коррозии цинка и сплавов с добавками индия, в среде электролита 0.3%-ного NaCl можно отметить, что его значение для исходного цинка составляет: -0.964В, а у сплавов с добавками 0.5 мас.% индия оно равняется: -0.876В, соответственно.

Анодные ветви поляризационных кривых сплавов системы Zn-In, в среде электролита 0,3% -ного NaCl приведены на рисунке 1. Ход кривых показывает, что с увеличением концентрации второго компонента (индия) происходит их смещение в положительную область и при этом повышается потенциал питтингообразования у сплавов по сравнению с чистым цинком. Кривые 2 и 5 с добавками 0.01 и 0.5 мас.% индия смещены в область более положительных значений потенциалов по сравнению с кривой 1 для исходного цинка. Подобная тенденция имеет место и в других исследованных средах (таблица 2).

Таблица 1. Изменение потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{\text{св.кор.}}$, В) сплавов системы Zn-In во времени, в среде электролита NaCl

Среда, NaCl	Содержание индия в цинке	Время, мин.								
		1/5	1/3	2	5	20	30	40	50	60
мас. %										
0,3	-	1,110	1,077	1,025	1,004	0,993	0,989	0,984	0,982	0,980
	0.01	1,064	1,040	1,011	0,990	0,977	0,972	0,968	0,964	0,960
	0.05	1,055	1,032	1,000	0,978	0,966	0,962	0,958	0,955	0,953
	0.1	1,046	1,018	0,988	0,968	0,956	0,950	0,945	0,940	0,938
	0.5	1,036	1,012	0,980	0,956	0,940	0,932	0,927	0,923	0,923

Результаты коррозионно-электрохимических исследований сплавов системы Zn-In представленные в таблице 2 свидетельствует о том, что добавка индия в пределах 0.01 ÷ 0.5 мас.% к цинку в среде 0,3%-ного электролита NaCl сдвигает потенциалы коррозии, репассивации и питтингообразования в положительную область значений и одновременно с этим повышается коррозионная стойкость цинка. Скорость коррозии имеет минимальное значение при легировании цинка 0.5 мас.% индием (на 20% меньше по сравнению с чистым цинком), что является оптимальным в коррозионном отношении (таблица 2).

Учитывая питтинговый механизм коррозии сплавов цинка, особое внимание было уделено определению потенциала питтингообразования сплавов и влиянию концентрации легирующего элемента и электролита на данную характеристику сплавов. Возникновение питтинга связано с нарушением пассивного состояния на отдельных участках поверхности металлов и сплавов в результате воздействия анионов-активаторов. На этих участках происходит ускоренное разрушение оксидных плёнок, что вызывает местное активирование. Последнее может быть связано также с адсорбционным вытеснением кислорода анионами-активаторами на участках, на которых прочность связи кислорода с металлом меньше, чем с анионами.

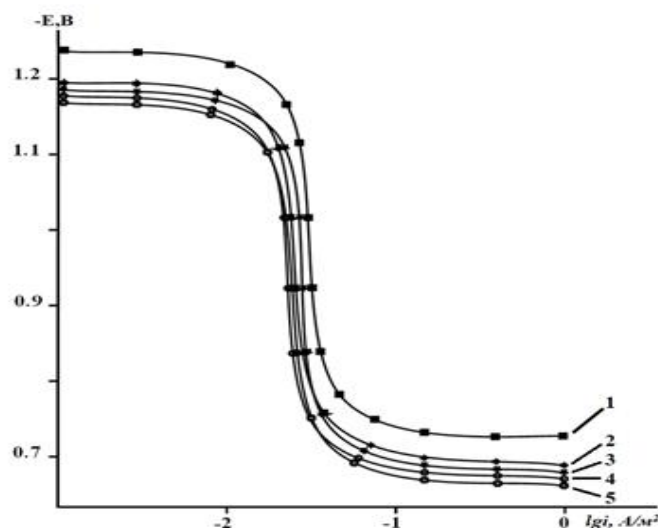


Рис. 1. Анодные поляризационные (2мВ/с) кривые сплавов системы Zn-In содержащего индия, мас. %: 0,0 (1); 0,01 (2); 0,05 (3); 0,1 (4); 0,5 (5), в среде электролита 0,03% (а), 0,3%(б) и 3,0% -ного (в) NaCl

Что касается сплавов Zn-In, то результаты, приведённые в таблице 2 показывают, что с увеличением концентрации индия до 0,5 мас. % питтингоустойчивость сплавов увеличивается, о чём свидетельствует смещение потенциала питтингообразования в более положительную область значений.

Таблица 2. Коррозионно-электрохимические характеристики сплавов системы Zn-In, в среде электролита NaCl

Среда NaCl	Содержание индия в цинке мас. %	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В				Скорость коррозии	
		-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	-E _{по.}	-E _{реп.}	i _{кор.} · 10 ² , А/м ²	K · 10 ³ , г/м ² · ч
0,3	0,0	0,980	1,240	0,735	0,790	8,5	103,7
	0,01	0,972	1,196	0,694	0,749	7,9	96,3
	0,05	0,962	1,187	0,686	0,741	7,7	93,9
	0,1	0,949	1,178	0,678	0,733	7,5	91,5
	0,5	0,923	1,169	0,670	0,725	7,3	89,0

Заключение

Исследованием влияния добавки индия на анодное поведение цинка показано, что легирование позволяет повысить коррозионную стойкость цинка на 20%, в среде электролита NaCl. Экспериментально показано, что легирование цинка индием смещает в положительную область значений потенциалов свободной коррозии, питтингообразования и репассивации, что в целом благоприятно влияют на его коррозионную устойчивость. Выполненные исследования по установлению анодных характеристик сплавов цинк с индием позволяют рекомендовать их в качестве базового сплава при изготовлении антифрикционных материалов и получить при этом значительный экономический эффект за счёт снижения материалоемкости единицы продукции, увеличения их срока службы и надёжности.

Литература

1. Виткин А.И., Тейндл И.И. Металлические покрытия листовой и полосовой стали. М.: Металлургия. 1971. – 493 с.
2. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. М.: Металлургия. 1986. – 247 с.
3. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. М.: Физматлит. 2002. – 336 с.
4. Алихонова С.Д., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Цинк-алюминиевые сплавы Zn5Al и Zn55Al с церием, празеодимом и неодимом. Монография. Душанбе: РТСУ. 2022. – 156 с.
5. Ганиев И.Н., Абдухоликова П.Н., Бердиев А.Э., Алихонова С.Дж. Анодное

ANODIC BEHAVIOR OF Zn-In SYSTEM ALLOYS IN 0.3-NaCl ELECTROLYTE ENVIRONMENT

Ganiev I.N.¹, Atoev G.M.¹, Ismonov R.D.², Abdukholikova P.N.³,
Safarov A. M.¹

¹State Scientific Institution Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

³Russian-Tajik (Slavic) University, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. The paper presents the results of a study of the anodic behavior of Zn-In alloys in a NaCl electrolyte environment. It is shown that the addition of indium (0.01-0.5 wt.%) improves the corrosion resistance of zinc by 16%. With an increase in the indium concentration in the initial alloy, the corrosion, pitting, and repassivation potentials shift to the positive range of values.

Key words: Zn-In alloys, anodic behavior, potentiostatic method, free corrosion potential, pitting and repassivation potentials, corrosion rate.

РАФТОРИ АНОДИИ ХУЛАҲОИ СИСТЕМАИ Zn-In ДАР МУҲИТИ ЭЛЕКТРОЛИТИ 0,3-NaCl

Ғаниев И.Н.¹, Атоев Г.М.¹, Исмонов Р. Д.², Абдухолиқова П.Н.³,
Сафаров А. М.¹

¹МДИ “Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³Донишгоҳи Русияву Тоҷикистон (Славянӣ), Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши рафтори анодии ҳулаҳои Zn-In дар муҳити электролити NaCl оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки илова кардани индий (0,01-0,5 % мас.) устувории коррозияи руҳро 16% беҳтар мекунад. Бо афзоиши консентратсияи индий дар ҳулаи ибтидоӣ, потенциали коррозия, питтингҳосилишавӣ ва репассиватсия ба диапазони мусбати арзишҳо мегузарад.

Каклимаҳои калидӣ: ҳулаи Zn-In, рафтори анодӣ, усули потенциостатикӣ, потенциали коррозияи озод, потенциалҳои питтингҳосилишавӣ ва репассиватсия, суръати коррозия.

ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА АБ1, ЛЕГИРОВАННОГО ТАЛЛИЕМ, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА 0,03%-НОГО NaCl

¹Исмонов Р.Д., (Исмонзода Р.Д.), ²Ғаниев И.Н., ²Сафаров А.М.

¹Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан, E-mail: ird-78@mail.ru

²Институт химии им. В.И. Никитина НАНТ, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация: Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с установлено, что добавки таллия до 0,5 мас.% в 1.5 раза повышают анодную устойчивость алюминиевого сплава АБ1. Величины потенциалов питтингообразования и репассивации сплава АБ1 с таллием по мере роста концентрации хлорид-иона в электролите смещаются в более отрицательную область.

Ключевые слова: алюминиевый сплав АБ1, таллий, анодное поведение, потенциостатический метод, среда электролита NaCl.

Коррозионная стойкость двойных сплавов системы Al-Be мало отличается от коррозионной стойкости чистого алюминия, однако, покрытый бериллием

алюминий имеет более высокую коррозионную стойкость в каустической соде и в морской воде. Бериллий практически не оказывает, модифицирующего влияния на алюминиевые сплавы. Он повышает температуру рекристаллизации чистого алюминия с ограниченной степенью нагартовки, но понижает температуру рекристаллизации технического алюминия, примерно на 20-30⁰С после деформации на 90% [1].

Алюминиево-бериллиевые сплавы, благодаря достаточной прочности, малой способности к рассеянию и почти аморфной структуре, применяются для изготовления реплик в электронной микроскопии. Бериллий оказывает заметное влияние на предел прочности, увеличивая его на 10-30%, делая его более стабильным, и более значительно увеличивает относительное удлинение сплава при комнатной температуре (на 100% и более) [2].

Цель работы заключается в исследовании влияния добавок таллия на коррозионно-электрохимическое поведение сплава АБ1, в среде электролита NaCl, различной концентрации.

Для изучения электрохимических свойства тройных сплавов применяли потенциостатический метод исследования. Сплавы для коррозионно-электрохимических исследований получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ, с использованием алюминиевых лигатур. Сплав АБ1 содержал 0,01-0,5 мас.% таллия.

Исследование коррозионно-электрохимического поведения алюминиево-бериллиевого сплава марки АБ1, легированного таллием, проводилось, в среде электролита NaCl с концентрацией 0.03 и 3% при скорости развёртки потенциала 2мВ/с на потенциостате ПИ-50.1.1 по методикам, описанным в работах [3-7].

При электрохимических испытаниях образцы поляризовали в положительном направлении от потенциала установившегося при погружении электрода в исследуемый раствор ($E_{св.к.}$ – потенциал свободной коррозии или стационарный) при котором происходит резкое возрастание тока (Рис., кривая I). Затем образцы поляризовали в обратном направлении до потенциала -1.2 В, в результате чего происходила подщелачивание при электродном слое поверхности сплава (Рис., кривые II и III). Наконец, образцы повторно поляризовали в положительном направлении (Рис., кривая IV), при этом при переходе от катодного к анодному ходу фиксируются потенциалы коррозии и питтингообразования. Потенциал репассивации ($E_{р.п.}$) определяли по пересечению кривых I и II.

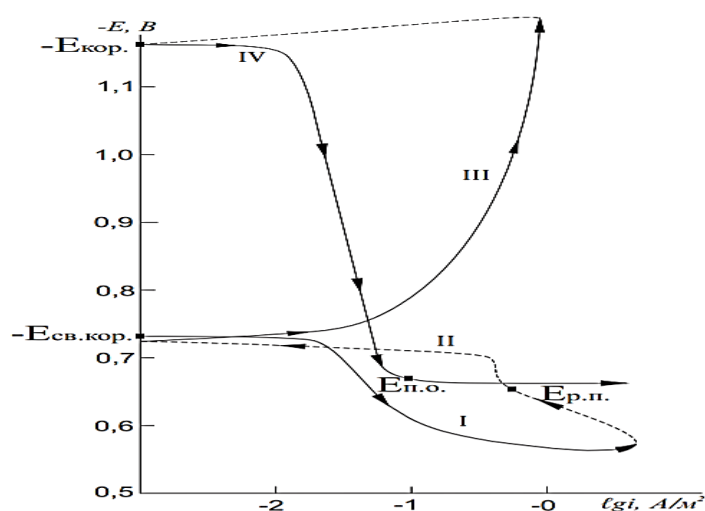
Скорость коррозии (K), основной показатель коррозионной устойчивости рассчитывалась по формуле:

$$K = i_{кор} \cdot k$$

где $k = 0,335$ г/А·час для алюминия с учётом тафелевской касательной $b_k = 0,12$ В.

Графическое изображение методики снятия поляризационных кривых показано на рисунке на примере исходного сплава АБ1, в среде электролита 3%-ного NaCl.

Результаты коррозионно-электрохимических исследований сплавов, представленные в таблице свидетельствует о том, что добавки таллия в пределах 0.01 и 0.5 мас.% к исходному сплаву АБ1 в средах электролита NaCl сдвигает потенциалы коррозии, репассивации и питтингообразования в положительную область значений и одновременно с этим повышает коррозионную стойкость исходного сплава. Скорость коррозии имеет минимальное значение при легировании исходного сплава АБ1 0.01-0.5 мас.% таллием (в 1.5-3 раза меньше по сравнению с исходным сплавом), что является оптимальными в коррозионном отношении (таблица).



Полная поляризационная кривая (2мВ/с) сплава АБ1, в среде электролита 3%-ного NaCl

Таблица. Коррозионно-электрохимические характеристики сплава АБ1, легированного таллием, в среде электролита NaCl

Среда, NaCl мас. %	Содержание таллия в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В			Скорость коррозии	
		$-E_{кор.}$	$-E_{по.}$	$-E_{реп.}$	$i_{кор.} \cdot 10^2, \text{ А/м}^2$	$K \cdot 10^3, \text{ г/м}^2 \cdot \text{ ч}$
0,03	-	1.090	0.490	0.540	0.031	10.38
	0.01	0.890	0.470	0.480	0.017	5.70
	0.05	0.876	0.460	0.465	0.015	5.02
	0.1	0.866	0.452	0.460	0.013	4.35
	0.5	0.850	0.440	0.460	0.011	3.68

Учитывая питтинговый механизм коррозии алюминиево-бериллиевых сплавов, особое внимание было уделено определению потенциала питтингообразования сплавов и влиянию концентрации легирующего элемента и электролита на данную характеристику сплавов. Возникновение питтинга связано с нарушением пассивного состояния на отдельных участках поверхности металлов и сплавов в результате воздействия анионов-активаторов. На этих участках происходит ускоренное разрушение оксидных плёнок, что вызывает местное активирование. Последнее может быть связано также с адсорбционным вытеснением кислорода анионами-активаторами на участках, на которых прочность связи кислорода с металлом меньше, чем с анионами.

Что касается алюминиево-бериллиевого сплава АБ1, легированного таллием, то результаты, приведённые в таблице 2 показывают, что с увеличением концентрации таллия до 0.5 мас. % питтингоустойчивость сплавов увеличивается, о чём свидетельствует смещение потенциала питтингообразования в более положительную область значений.

Таким образом, легирование алюминиевого сплава АБ1 таллием позволяет рекомендовать его в качестве коррозионностойкого сплава (скорость коррозии которой 1.5-3 раза ниже, чем исходный сплав) с оптимальным содержанием таллия 0.01÷0.5 мас. %.

Литература

1. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. – М.: Металлургия. 1979. 639 с.
2. Сафаров А.М., Ганиев И.Н., Одинаев Х.О. Сплавы алюминия с бериллием и РЗМ. Берлин: Изд. дом «LAP LAMBERT Academic Publishing GmdH & Co. KG». 2011. 170 с.
3. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Анодное поведение и окисление сплава Al+2.18% Fe, легированного таллием // Журнал прикладной химии. 2012, т. 85. № 11. С. 1781-1784.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ СПЛАВА Pb+0,03%Ag ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Маджиди М., Махмудзода М., Исмоилов Р.

Центр по исследованию инновационных технологий НАН Таджикистана, г. Душанбе,
Республика Таджикистан

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования теплофизических свойств сплава Pb+0.03%Ag в условиях действия микросейсм и изоляции от них. Показано, что под действием микросейсма коэффициент конвективного теплообмена и теплового излучения увеличиваются.

Ключевые слова: вибрация, микросейсм, сплав, охлаждения, конвективный теплообмен, тепловое излучения, температурная зависимость.

Введение

Целью данной работы является выяснение действия микросейсм на теплофизические свойства сплава Pb+0.03%Ag в широком интервале температур методом охлаждения [1].

Измерены зависимости температуры сплава Pb+0,03%Ag от времени охлаждения в интервале 300-580 К. Точность измерения температуры 1% в исследованном интервале температур.

Экспериментально полученные временные зависимости температуры образцов с достаточно хорошей точностью (с коэффициентом регрессии не менее 0,9998) описываются уравнением.

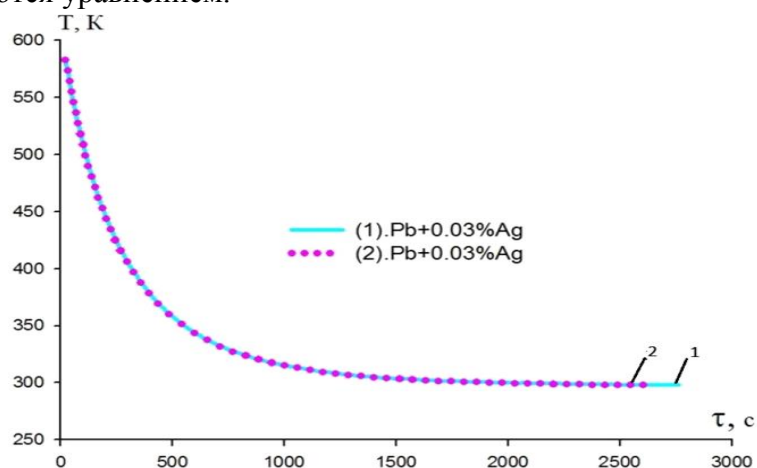


Рисунок 1. Зависимость температуры сплава Pb+0.03%Ag изоляции от микросейсм (1) действия микросейсм (2) от времени охлаждения.

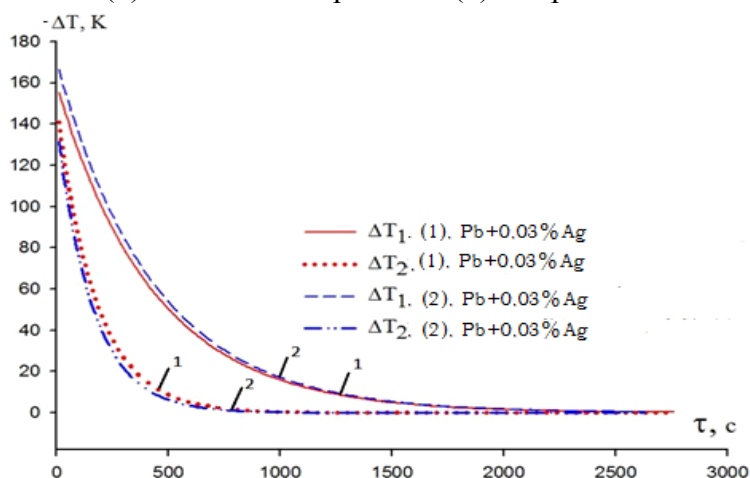


Рисунок 2. Кинетика охлаждения сплава Pb+0.03%Ag изоляции от микросейсм (1), действия микросейсм (2) для конвективного теплообмена ΔT_1 и теплового излучения ΔT_2 .

Как видно из рисунка 1 кинетика охлаждения в условиях действия микросейсм и изоляции от них не отличаются. В работах [2] показано, что охлаждение состоит из двух процессов: конвективного теплообмена и теплового излучения. На рис. 2 приведена кинетика охлаждения сплава Pb+0,03%Ag изоляции от микросейсм (1) и действия микросейсм (2) для конвективного теплообмена ΔT_1 и теплового излучения ΔT_2 .

Дифференцируя (1), получаем уравнение для скорости охлаждения:

$$\frac{dT}{d\tau} = -\left(\frac{\Delta T_{01}}{\tau_1} e^{-\tau/\tau_1} + \frac{\Delta T_{02}}{\tau_2} e^{-\tau/\tau_2}\right), \quad (1)$$

где $\Delta T_{01}/\tau_1$ и $\Delta T_{02}/\tau_2$ - соответственно амплитуды скоростей охлаждения в первом и втором процессе. На рисунке 3. приведена зависимость скорости охлаждения от времени для сплава Pb+0,03%Ag изоляции от микросейсм (1), действия микросейсм (2) от времени для конвективного теплообмена и теплового излучения.

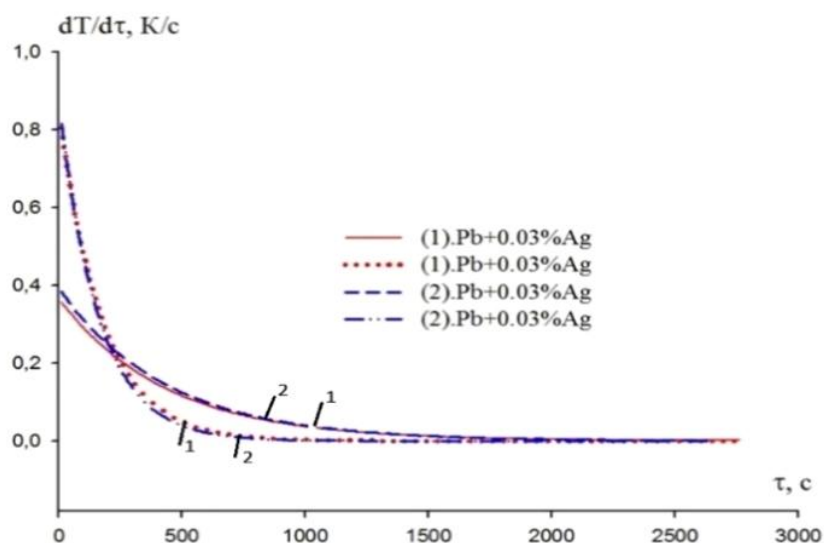


Рисунок 3. Зависимость скорости охлаждения от времени для сплава Pb+0.03%Ag изоляции от микросейсм (1), действия микросейсм (2) от времени для конвективного теплообмена и теплового излучения.

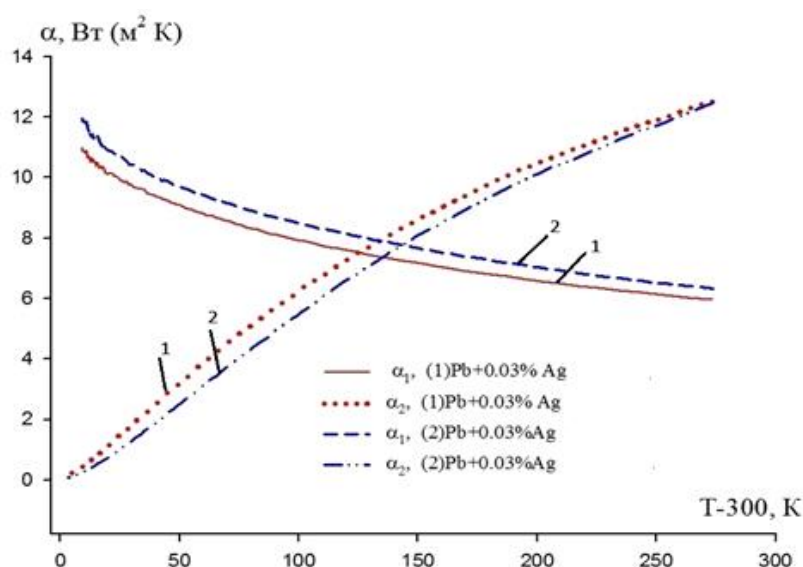


Рисунок 4. Зависимость коэффициента теплоотдачи при конвективном теплообмене (α_1) и коэффициента излучения (α_2) от температуры для сплава Pb+0,03%Ag изоляции от микросейсм (1), действия микросейсм (2)

Как видно, микросейсм не влияет на скорость охлаждения. Процесс, связанный с конвективным теплообменом, протекает медленнее, чем тепловое излучение.

На рисунке 4 приведена зависимость коэффициента теплоотдачи при конвективном теплообмене (α_1) и коэффициента излучения (α_2) от температуры для сплава Pb+0.03%Ag.

Как видно из рисунка, под действием микросейсм коэффициент теплоотдачи конвективного теплообмена и коэффициент теплового излучения уменьшаются.

Зная состав образца [3], по правилу Неймана-Коппа вычислили теплоемкость. Используя значения теплоемкости и экспериментальные величины скоростей охлаждения, были вычислены коэффициенты теплоотдачи $\alpha(T)$ по формуле

$$|\alpha(T)| = \frac{c_m \left(\frac{dT}{dt} \right)}{S(T-T_0)} \quad (2)$$

здесь m и S - соответственно масса и площадь поверхности и T – температура образца.

На рисунке 5. приведена зависимость $\frac{\alpha(T)}{C(T)}$ для сплава Pb+0,03%Ag. Как видно, отношение коэффициента теплоотдачи к теплоемкости под действием микросейсм меньше, чем изоляции сплава от действия микросейсм. Оно показывает, что под действием микросейсм коэффициент теплоотдачи увеличивается. Эти результаты подтверждают данные, приведенные на рисунке 5.

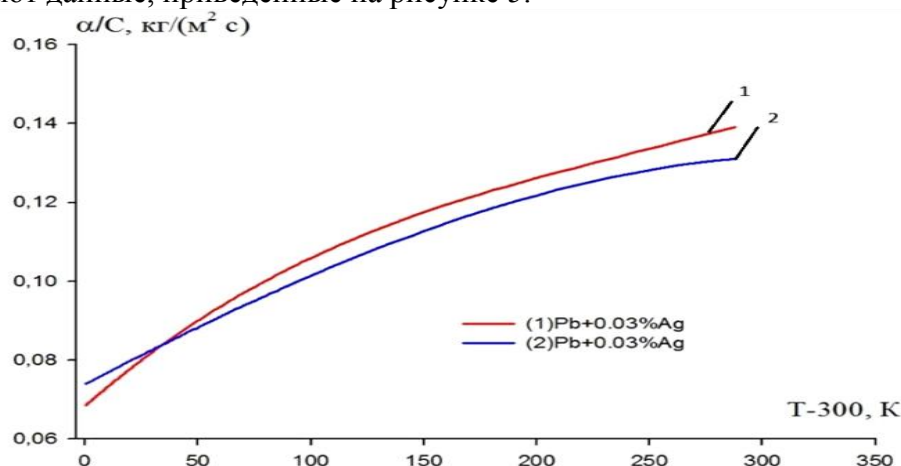


Рисунок 5. - Зависимость $\alpha(T)/C(T)$, кг/ (м² с) для сплава Pb+0.03% Ag изоляции от микросейсм (1), действия микросейсм (2) от температуры

Таким образом, результаты исследования показывают, что под действием микросейсм коэффициенты конвективного теплообмена и теплового излучения увеличиваются [4].

Литературы:

1. Маджиди, М. Влияние микросейсм на кинетические и теплофизические параметры отливок алюминия А99 / Гулов Б.Н., Низомов З. // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. Душанбе. 2018. №4. С. 123.
2. Маджиди М. Влияние микросейсм на формирование удельного электрического сопротивления оловянно-свинцового сплава на стадии затвердевания расплава / Каримов Ф.Х., Даминов Ш. // Меж. науч. прак. кон. ТНУ. Наука и образование: Душанбе. 2023г. №1. С. 141-146.
3. Маджиди М. Влияние микросейсмического воздействия на теплофизические свойства сплава Pb+0.03%Ag / Гулов Б.Н., Низомов З., Исмоилов Р.А. // ДАН РТ. Том 61. Душанбе. 2018. №7-8, С. 639.
4. Маджиди М. Влияние микросейсм на формирование сплава Pb+0.03%Ag на стадии затвердевания: данные рентгенофазового анализа / Каримов Ф.Х., Эшов Б.Б., Шодибеков М.А. // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. Душанбе. 2020. №2 (50), С. 58.

CHANGES IN THE PROPERTIES OF Pb+0.03%Ag ALLOY UNDER THE INFLUENCE OF MICROSEISMIC VIBRATIONS

*Center for Research of Innovative Technologies of the National Academy of Sciences of
Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan.*

Keywords: vibration, microseismism, fusion, cooling, convective heat transfer, thermal radiation, temperature dependence.

Маркази таҳқиқоти технологияҳои инноватсионии АМИ Тоҷикистон, ш.
Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Қалимгази асоси: ларзиш, микросейсм, хўлаи, хунуккунӣ, мубодилаи гармии конвективӣ, радиатсияи гармӣ, вобастагии ҳарорат.

Достаточно высокая стойкость цинка в атмосферных условиях определяется образованием на его поверхности основных карбонатных плёнок $\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, плёнки создают барьер для диффузии воды с O_2 и CO_2 к поверхности реагирования металла [4-5].

Цель настоящей работы заключается в установлении влияния добавок индия на коррозионно-электрохимическое поведение цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 на основе низкосортного цинка, в среде электролита 3%-ного NaCl.

Сплавы для исследования были получены в шахтной печи электрического сопротивления СШОЛ (сопротивление шахтное опытное лабораторной) в интервале температур 500-550⁰С из цинка марки ЦЗ (ГОСТ 19424-97), алюминия марки А7 (ГОСТ 11069-2001) и индий (ГОСТ 10297-94) металлического марки InM1. Содержание индия в сплаве ЦАМСв4-1-2,5 составляло 0.05; 0.1; 0.5; 1.0 мас. %. Взвешивание шихты производилось на аналитических весах АРВ-200 с точностью 0.1·10⁻⁶ кг. Шихтовка сплавов проводилась с учётом угара металлов.

Электрохимические исследования проводились на потенциостате ПИ-50.1.1 потенциостатическим методом. Скоростью развертки потенциала составлял 2 мВ/с. Сигнал передавался на программатор ПР-8 и записывался на ЛКД-4. Исследования проводилась в нейтральной среде электролита 3%-ного NaCl по методике описанным в работах.

Для электрохимических исследований образцы поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося (потенциал свободной коррозии, или стационарного $E_{св.корр.}$), до значения потенциала, при котором происходит резкое возрастание плотности тока -1 А/м² (рис. 1, кривая I). Затем образцы поляризовали в обратном направлении до значения потенциала -1,5 В. В результате чего происходило подщелачивание при электродном слое поверхности образца (рис. 1, кривая II). Для удаления оксидной плёнки с поверхности рабочего электрода образцы поляризовали в катодную область (рис. 1, кривая III). Наконец, образцы повторно поляризовали в положительном направлении (рис. 1, кривая IV). При этом при переходе от катодного к анодному ходу фиксируется потенциал начала пассивации ($E_{пп.}$).

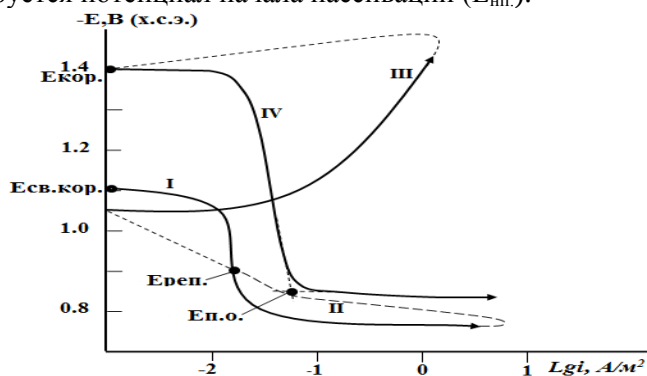


Рис. 1. Полная потенциодинамическая поляризационная (2мВ/с) кривая цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, в среде электролита NaCl

Результаты электрохимических исследований сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного индием сплава ЦАМСв4-1-2,5 представлен на рисунок 2. Перед началом электрохимических измерений образцы сплавов выдерживались в среде электролита NaCl до достижения стационарного потенциала ($E_{ст.}$). Значения $E_{ст.}$ устанавливается на основании зависимостей потенциал (E , В) - время (t , мин.). Потенциалы коррозии исследуемых сплавов устанавливаются в течение первого часа выдержки в растворе NaCl. Более длительная выдержка (1-3 сут.) подтверждает установившиеся значение $E_{ст}$ сплавов. Из рис. 2 видно, по это мере выдержки образцов в электролите NaCl, $E_{св.корр.}$ смещается в область положительных значений. Особенно в первые 5-10 минут от начала погружения электрода в электролит. Стабилизация $E_{св.корр.}$ наблюдается после 40-50 минут от начала погружения электрода в раствор электролита. Подобное поведение свидетельствует о пассивации сплава путём формирования защитной оксидной плёнки на его поверхности.

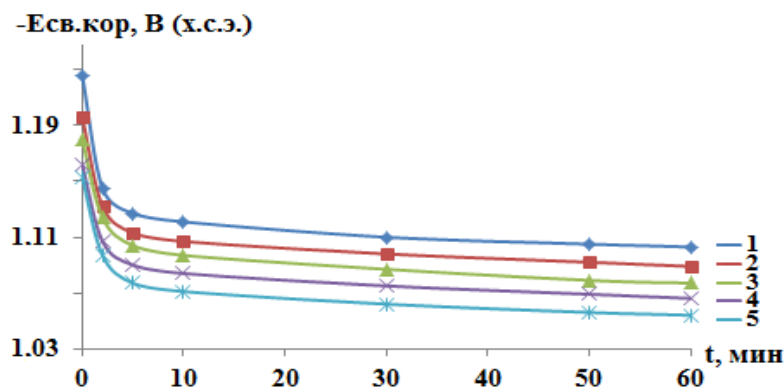


Рис 2. Временная зависимость потенциала свободной коррозии (-Е св.В) сплавов ЦАМСв4-1-2,5 (1), содержащего индий, мас. %: 0,05(2); 0,1(3); 0,5(4); 1,0(5), в среде 3% - ного NaCl

Уменьшение скорости коррозии сплава ЦАМСв4-1-2,5 с индием объясняется торможением процесса анодной коррозии сплавов с ростом концентрации легирующего компонента.

Таким образом показано, что с ростом концентрации индия в сплаве ЦАМСв4-1-2,5 потенциалы коррозии и питтингообразования смещаются в положительную область. Сплавы, легированные индием по сравнению с исходным сплавом ЦАМСв4-1-2,5 характеризуются более низким значением скорости коррозии. С увеличением концентрации хлорид-иона в электролите NaCl увеличиваются скорость коррозии сплавов.

Список литературы

1. Kiliñçeker G., Galip H. The influences of glucose on corrosion behaviour of copper in chloride solution // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2009. V. 45. № 2. P. 232-240.
2. Muller C., Sarret M., Benballa M. Some Peculiarities in the Codeposition of Zinc–Nickel Alloys // Electrochim. Acta. 2001. № 46 (18). P. 2811-2817.
3. Rajappa S.K., Venkatesha T.V., Praveen B.M. Chemical treatment of zinc surface and its corrosion inhibition studies // Bulletin of Materials Science. 2008. V. 31. № 1. P. 37-41.
4. Conceição A.M. Dutra, Eduardo N.C., Roberto Z. N. Electrochemical Behavior and Corrosion Study of Electrodeposits of Zn and Zn-Fe-Co on Steel // Materials Sciences and Applications. 2012. V. 3. № 6. P. 348-354.
5. Myeong H.L., Yeon W.K., Kyung M.L., Seung H.L., Kyung M.M. Electrochemical evaluation of zinc and magnesium alloy coatings deposited on electrogalvanized steel by PVD // Trans. Nonferrous Met. Soc. China. 2013. №23. P. 876-880.

ТАЪСИРИ ИНДИЙ БА РАФТОРИ АНОДИИ ХҶЛАИ РҶҲ ЦАМСв4-1-2,5, ДАР МУҲИТИ ЭЛЕКТРОЛИТИ 3% NaCl

¹П.Н. Абдухоликова, ²И.Н.Ганиев, ³А.Э. Бердиев., ¹Н.А. Аминова

¹МД “Маркази тадқиқоти технологияҳои инноватсионии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²МДИ “Институти химияи ба номи В. И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

³Донишгоҳи Русия-Тоҷикистон (Славянӣ), ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба таъсири иловаи индий ба рафтори анодии хӯлаи рӯҳ ЦАМСв4-1-2,5 дар муҳити электролити 3%-и NaCl оварда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки индий суръати зангзании хӯлаи ибтидоии ЦАМСв4-1-2,5-ро 10-15% коҳиш медиҳад. Бо афзоиши консентратсияи индий дар хӯла, потенциалҳои зангзании озод ва ташаққули питтинг ба минтақаи мусбати арзишҳо мегузаранд.

Калимаҳои асосӣ: Хӯлаи рӯҳ ЦАМСв4-1-2,5; индий; электролити NaCl; рафтори анодӣ; потенциалҳои зангзании озод; потенциалҳои питтингсозӣ; суръати зангзании.

EFFECTS OF INDIUM ON THE ANODIC BEHAVIOR OF ZINC ALLOY ZAMSv4-1-2,5, IN AN ELECTROLYTE ENVIRONMENT OF 3% NaCl

¹P.N. Abdukholikova, ²I.N.Ganiev, ³A.E. Berdiev, ¹N.A. Aminova

¹ GU "Center for Research of Innovative Technologies of the National Academy of Sciences of Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan.

² GNU "Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan.

³ Russian-Tajik (Slavic) University, Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. The results of an experimental study of the effect of the indium additive on the anodic behavior of the zinc alloy ZAMSV4-1-2,5 in the medium of a 3-NaCl electrolyte are presented. It is shown that indium reduces the corrosion rate of the initial ZAMSV4-1-2,5 alloy by 10-15%. With an increase in the concentration of indium in the alloy, the potentials of free corrosion and pitting formation shift to a positive range of values.

Keywords: zinc alloy ZAMSV4-1-2,5; indium; electrolyte NaCl; anodic behavior; free corrosion potential; pitting potential; corrosion rate.

...—♦—...

Термодинамических функций алюминиевого сплава Al10Si10Zn легированного барием

¹А. Джама, ¹И.Н. Ганиев, ¹А.М. Сафаров, ¹Худойбердизода С.У., ²Муллоева Н.М.

¹ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан, *E-mail:

ganievizatullo48@gmail.com

²ГУ «Центр по исследованию инновационных технологий Национальной академии наук Таджикистана», г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация. В настоящей работе теплоёмкость алюминиевого сплава алюминия Al10Si10Zn с барием определялась в режиме «охлаждения» по известной теплоёмкости эталонного образца из алюминия. Установлено, что с ростом температуры теплоёмкость сплавов увеличивается. При этом добавка бария незначительно увеличивает теплоёмкость, энтальпию и энтропию исходного сплава Al10Si10Zn и уменьшает величину энергии Гиббса.

Ключевые слова: алюминиевого сплава Al10Si10Zn, барий, теплоёмкость, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.

Теплофизические свойства алюминия и его сплавов, как стратегического материала, представляют собой важнейший раздел физики твёрдого тела, от решения насущных задач которого зависят многие нерешённые до настоящего времени фундаментальные проблемы термодинамики конденсированных сред, особенно если учесть их исключительную важность с научно-технической точки зрения. Исследования в этом направлении необходимы для создания многих новых композиционных материалов на основе алюминия с лучшими и принципиально новыми физическими свойствами [1-3].

Высокочистые сплавы на основе алюминия, познание их природы и знание их структуры и свойств позволяют резко изменить в лучшую сторону эксплуатационные характеристики приборов, а также служат источником для расширения сферы применения алюминия в других областях науки и техники, а порой раскрывают у них новые свойства. В этом плане работа, связанная с использованием новых алюминиевых сплавов, является актуальной и своевременной [4-7]. К сожалению, на сегодняшний день остались незаслуженно обойдёнными вниманием исследователей вопросы разработки теоретических основ для выбора нужных композиций, к числу которых относятся исследования физико-химических свойств сплавов на основе алюминия. Теплоёмкость — это характеристика процесса перехода между двумя состояниями термодинамической системы, которая зависит и от пути процесса (например, от проведения его при постоянном объёме или постоянном давлении), и от способа нагревания или охлаждения (квазистатического или нестатического). Неоднозначность в определении теплоёмкости на практике устраняется тем, что выбирают и фиксируют путь квазистатического процесса (обычно оговаривается, что процесс происходит при постоянном давлении, равным атмосферному). При однозначном выборе процесса теплоёмкость становится параметром состояния и теплофизическим свойством вещества, образующего термодинамическую систему [8-10].

Одним из методов, позволяющий корректно установить температурную зависимость теплоёмкости металлов и сплавов в области высоких температур является метод сравнения скоростей охлаждения двух образцов, исследуемого и эталонного, по закону охлаждения Ньютона – Рихмана. Процесс получения сплавов и литьё образцов из них непосредственно,

выполненный в нашей лаборатории, представлен на рис.2 а. б. в. г. Полученные сплавы при температурах до 1200°C извлекались из муфельной печи и их сливали в графитовую изложницу. Затем, из изложницы извлекали готовые цилиндрические образцы диаметром 16 мм и длиной 30 мм (Рис.2). Содержание основных компонентов сплава определяли в Центральном заводском лаборатории ОАО «ТалКо». Государственного унитарного предприятия "Таджикская алюминиевая компания" (TALCO).



Рисунок 1 –Процесс получения сплавов: а-плавление шихты в муфельной печи, б-литьё образца в графитовой изложнице, в-извлечение образца из изложницы, г-готовые образцы для исследования

Таблица 1. Значения коэффициентов a , b , c , d алюминиевого сплава Al10Si10Zn с барием эталона (Al марки А5N)

Содержание бария в сплаве, мас.%	a , $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$	b , $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}^2)$	$c \cdot 10^{-3}$, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}^3)$	$d \cdot 10^{-7}$, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}^4)$	Коэффициент корреляции (R^2)
0.0	580.96	1.23	1.64	1.06	0.99
0.01	580.89	1.23	1.65	1.06	0.98
0.3	578.98	1.24	1.65	1.06	0.98
0.5	577.08	1.24	1.65	1.06	0.98
1.0	573.23	1.24	1.65	1.06	0.98
Эталон	690.34	1.01	1.27	9.13	1.00

Для расчёта температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса по (1-3) были использованы интегралы от удельной теплоёмкости:

$$[H^0(T) - H^0(T_0)] = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4) \quad (1)$$

$$[S^0(T) - S^0(T_0)] = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3) \quad (2)$$

$$[G^0(T) - G^0(T_0)] = [H^0(T) - H^0(T_0)] - T[S^0(T) - S^0(T_0)] \quad (3)$$

Результаты расчёта температурных зависимостей изменений энтальпии, энтропии и изменений энергии Гиббса для алюминиевого сплава Al10Si10Zn, с барием приведены в таблице 2 и на рисунок 2. Как видно с ростом температуры и содержания бария в сплаве Al10Si10Zn энтальпия и энтропия увеличиваются, значение энергии Гиббса уменьшается. Изменение теплоёмкости сплава Al10Si10Zn с барием, объясняется тем, что добавка изменяет форму и характер кристаллизаций твёрдого раствора алюминия в сплавах.

Таблица 2. Температурная зависимость изменений термодинамических функций алюминиевого сплава особо чистого алюминия Al10Si10Zn с барием и эталона (Al марки А5N)

T, K	Эталон	Содержание бария в сплаве, мас. %				
		0.0	0.01	0.3	0.5	1.0
		$[H^0(T) - H^0(T_0^*)]$, кДж/кг для сплавов				
300	1.670	1.541	1.539	1.536	1.534	1.527
400	94.386	87.448	87.263	87.129	86.996	86.628
500	191.471	177.776	177.313	177.066	176.818	176.051
600	292.848	272.107	271.252	270.907	270.562	269.338
700	398.991	370.659	369.276	368.851	368.427	366.668
800	510.921	474.286	472.220	471.732	471.245	468.853
		$[S^0(T) - S^0(T_0^*)]$, кДж/кг · К для сплавов				
300	0.0055	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051
400	0.2719	0.2517	0.2514	0.2510	0.2506	0.2496
500	0.4884	0.4528	0.4522	0.4515	0.4509	0.4489
600	0.6731	0.6245	0.6233	0.6225	0.6217	0.6189
700	0.8366	0.7760	0.7743	0.7734	0.7725	0.7689
800	0.9860	0.9141	0.9117	0.9107	0.9097	0.9052
		$[G^0(T) - G^0(T_0^*)]$, кДж/кг для сплавов				
300	-0.0051	-0.0034	-0.0047	-0.0047	-0.0047	-0.0047
400	-14.4125	-13.2378	-13.3095	-13.2884	-13.2673	-13.2115
500	-52.7590	-48.6571	-48.7904	-48.7171	-48.6438	-48.4369
600	-111.0541	-102.5940	-102.7701	-102.6242	-102.4770	-102.0331
700	-186.6901	-172.6041	-172.7960	-172.5612	-172.3250	-171.5630
800	-277.9220	-257.0260	-257.1951	-256.8610	-256.5270	-255.3634

где $T_0 = 298,15K$

Выводы

В режиме «охлаждения» по известной теплоёмкости эталонного образца из алюминия марки А5N установлено влияние бария на температурную зависимость теплоёмкости алюминиевого сплава Al10Si10Zn. Получены математические модели, описывающие температурную зависимость теплоёмкости и изменений термодинамических функций (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) алюминиевого сплава Al10Si10Zn с барием в интервале температур 300-800 К. С помощью полученных полиномы зависимостей показано, что с ростом температуры теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплавов увеличиваются, а значения энергии Гиббса уменьшается. Добавка бария в изученном

концентрационном интервале (0.01-1.0 мас. %) незначительно увеличивает теплоёмкость исходного сплава Al10Si10Zn. С увеличением концентрации бария энтальпия и энтропия алюминиевого сплава Al10Si10Zn увеличиваются, значение энергии Гиббса уменьшается.

Список литературы

1. Белов М.В. Исследование процесса кристаллизации Al-Si сплавов и разработка легкоплавких фосфорсодержащих лигатур с целью повышения качества литых поршневых заготовок / Дисс. канд. техн. наук: 05.16.04. М. 2007. 119 с.
2. Белецкий В.М., Кривов Г.А. Алюминиевые сплавы (состав, свойств, технология, применение). //Справочник. Под. ред. И.Н. Фридляндера. К.: КОМИТЕХ. 2005. 365 с.
3. Строганов Г.Б. Сплавы алюминия с кремнием /Г.Б. Строганов, В.А. Ротенберг, Г.Б. Гершман. М.: Металлургия. 1977. 272 с.
4. Тарсин А.В., Костерин К.С. Определение теплоёмкости металлов методом охлаждения. Лабораторные занятия-Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2014, 34с.
5. Васильев Е.Б., Ленская Е.В. Тенденции развития кабельной промышленности в странах Юго-Восточной Азии (Заседание Генеральной Ассамблеи АWССА 2020). Кабели и провода. 2021, № 1 (387), с. 35-43.
6. Меркулова Г. А. Металловедение и термическая обработка цветных сплавов (конспект лекций). Красноярск. 2007, 263с.
7. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. Пер. с англ. – М. Металлургия. 1979, 640 с.
8. Ганиев И.Н., Пархуттик П.А., Вахобов А.В. Модифицирование силуминов стронцием // Под.ред. К.В. Горева. М.: Наука и техника. 1985. 143 с.
9. Ganiev I.N., Niyozov O.H., Khudoyberdizoda S.U., Eshov B.B., Mulloeva N.M. Temperature dependence of the heat capacity and changes in thermodynamic functions of lead–antimony alloy SSu3 with barium // High Temperature. 2024. T. 62. № 2. С. 154-159.
10. Ганиев И.Н., Худойбердизода С.У., Савдуллоева С.С., Джайлоев Дж.Х., Ходжаназаров Х.М. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций алюминиевого сплава AlMg5.5Li2.1Zr0.15 типа дюралюмин, легированного празеодимом // Инженерно-физический журнал. 2025. Т. 98. № 3. С. 749-756.

Функсияҳои термодинамикии ҳӯлаи алюминий Al10Si10Zn ки бо барий чавҳаронида шудааст

¹А. Чама, ¹И. Н.Ганиев, ¹А. М. Сафаров, ¹Худойбердизода С. У., ²Муллоева Н.М.

¹МДИ “Институти химияи ба номи В. И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²МД “Маркази тадқиқоти технологияҳои инноватсионии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Дар ин кор, иқтидори гармии ҳӯлаи алюминийи Al10Si10Zn бо барий дар режими хунуккунӣ аз рӯи иқтидори гармии маъруфи намунаи эталонӣ аз алюминий муайян карда шуд. Муайян карда шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат иқтидори гармии ҳӯлаҳо меафзояд. Дар ин ҳолат, иловаи барий иқтидори гармӣ, энтальпия ва энтропияи ҳӯлаи ибтидоии Al10Si10Zn-ро каме зиёд мекунад ва миқдори энергияи Гиббсро коҳиш медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: Ҳӯлаи алюминий Al10Si10Zn, барий, иқтидори гармӣ, энтальпия, энтропия, энергияи Гиббс.

Thermodynamic functions of aluminum alloy Al10Si10Zn doped with barium

¹A. Jama, ¹I.N. Ganiev, ¹A.M. Safarov, ¹Khudoyberdizoda S.U., ²Mulloeva N.M.

¹GNU "Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan.

²GU "Center for Research of Innovative Technologies of the National Academy of Sciences of Tajikistan", Dushanbe, Republic of Tajikistan.

Annotation. In this work, the heat capacity of the aluminum alloy Al10Si10Zn aluminum with barium was determined in the "cooling" mode based on the known heat capacity of a reference aluminum sample. It has been established that the heat capacity of alloys increases with increasing temperature. At the same time, the addition of barium slightly increases the heat capacity, enthalpy, and entropy of the initial Al10Si10Zn alloy and reduces the Gibbs energy.

Key words: aluminum alloy Al10Si10Zn, barium, heat capacity, enthalpy, entropy, Gibbs energy.

ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СКВАЖИН И ИХ СВОЙСТВА

Х.Н. Рахимов, Х.И. Кадилов, Ш.Б. Обидов, Б.М. Исмаилов, Э.Э. Машаев

Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент, Республика

Узбекистан, E-mail: xusniddin.raximov.89@gmail.com

Аннотация. Для получения ингибиторов высокотемпературной коррозии были приготовлены составы на основе "Sumono-extra" – продукта конденсации кротоновой фракции с аммиаком в метаноле и уротропином, тиомочевинной с солями меди. Ингибирующие свойства ингибитора при коррозии стали в сероводород-углекислых средах различного состава исследованы методом гравиметрического анализа. Изучено влияние температуры на скорость коррозии и защитное действие ингибитора.

Ключевые слова: кротоновая фракция, уротропин, тиомочевина, ингибиторы коррозии, степень защиты.

Введение

Природный газ, газоконденсат и нефть в своем составе содержат весьма агрессивные в коррозионном отношении компоненты, такие как сероводород, двуокись углерода, вода, минеральные соли и др.

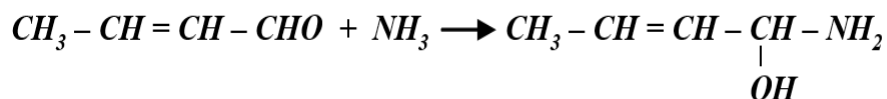
В настоящее время с целью увеличения отдачи нефти и газа для солянокислотной обработки скважин используют ингибиторы коррозии, такие как, И-1А, В-2, В-3 и др. Вышеуказанные ингибиторы теряют свою защитную способность при температуре выше 70 °С, при этом известно, что в нижних частях скважины температура достигается 120 - 130 °С. В связи с этим весьма актуальным является разработка новых высокотемпературных ингибиторов на базе местного сырья и вторичных материалов [1-2].

С целью разработки новых высокотемпературных ингибиторов коррозии получены композиции на основе уротропина.

В АО «Навоiazот» при производстве ацетальдегида гидратацией ацетилена в качестве побочных продуктов образуется «кротоновая фракция». Основными компонентами, входящими в состав кротоновой фракции являются, масс %: кротоновый альдегид - 57,4 - 66,95; паральдегид - 13,45 - 29,87; ацетон - 0,63 - 10,56 и вода [3-4].

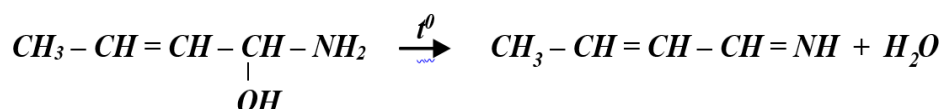
В школе проф. Д. Юсупова был получен ингибитор коррозии Sumono-extra, конденсацией кротоновой фракции с аммиаком при температуре 20-50 °С в среде растворителя - метанола.

Как известно, при реакции конденсации кротоновой фракции с аммиаком, кротоновый альдегид присоединяет аммиак с образованием ненасыщенного аминспирта по схеме:



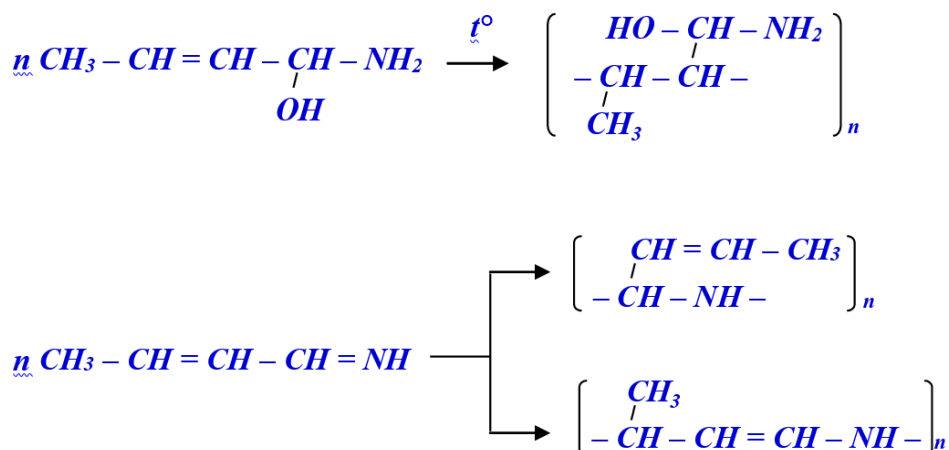
Реакция идёт с выделением тепла. Рассчитана теплота образования аминокротонола [2], которая составляет 41,97 ккал/моль (175,4 кДж/моль).

При нагревании продукт конденсации кротонового альдегида с аммиаком до температуры 100- 120 °С, теряет воду и образует ненасыщенный имин по схеме:



Расчётным методом установлено, что образование ненасыщенного ими́на протекает с поглощением тепла в количестве 35,47 ккал/моль (182,26 кДж/моль).

Установлено, что аминокротонол и кротонолимин могут полимеризоваться с образованием олигомеров по схеме:



Протекание обеих реакций доказано снятием ИК-спектра. На ИК-спектрах (таблетки с KBr) смол были обнаружены интенсивные полосы поглощения – NH₂-группы (1640-1560 см⁻¹), - OH- группы (3400-3200 см⁻¹), NH-группы (1490-1580 см⁻¹), -C=C- (3100-3000 см⁻¹). Наличие на ИК - спектрах интенсивных полос поглощений в областях 750-650 см⁻¹ и 1540-2890 см⁻¹, характерных для –CH- группы образованных продуктов.

Эксперименты показали, что образование ненасыщенных иминов протекает легче, чем продукта алканоламинов. Если для окончательного образования соединения алканоламинов требуется - 4 суток, то для получения продуктов алканолиминов необходимо всего 2 - 3 суток. Это, как нам кажется, связано с тем, что в соединении ненасыщенных иминов имеются сопряжённые двойные связи, которые легко разрываются, как в случае 1,3-диенов.

Установлено, что продукты состава кротоновой фракции тоже вступают в реакцию конденсации с аммиаком: например, ацетальдегид и параальдегид вступают в реакцию с аммиаком.

Известно, что в слабощелочных средах альдегиды и кетоны вступают в реакцию альдольной и кротоновой конденсации. Роль катализатора в случае конденсации ацетона выполняет аммиак, который способствует реакции образования диацетонового спирта и окиси мезитила из ацетона.

Структура альдими́на, 2,4,6-триметил-1,3,5-триази́на и 2-гидрокси-2- метил-4-пентано́на имеют в молекуле несколько функциональных групп и атомы с испарёнными электронами, которые хорошо адсорбируются на поверхности металла с образованием защитных покрытий.

При использовании в качестве растворителя метанола получается стабильный по составу и свойствам ингибитор коррозии [5-6]. При этом свойства полученного ингибитора значительно улучшаются. Существенно снижается температура замерзания. Ингибитор хорошо растворяется в воде, на при этом плохо растворим в углеводороде и в газоконденсате, что и является основным недостатком данного продукта. Sumono-extra был испытан в качестве ингибитора коррозии в сероводородной, углекислотной среде и среде нефть, содержащей солевой раствор, насыщенный сероводородом.

Результаты ингибирующего действия пробы «Sumono-extra» на металлической пластинке Ст.20 при насыщении в течение 15 минут, температура комнатная, концентрация добавки 40 мл/л, приведены в табл.1.

Таблица 1. Ингибирующего действия «Sumono-extra» на пластинке Ст.20

Условия опыта	Средний потенциал массы, г	Скорость коррозии, г/м ² час	Степень защиты %
Контроль соевым раствором, содержащий газоконденсат, воду 1:2,	0,00306	0,003952	
сероводород 2,5-3,0 г/л	0,00030	0,003650	90,7
Контроль соевым раствором, содержащий H ₂ S+70 мл нефти	0,01510 0,00215	0,19600 0,02791	85,8
Контроль соевым раствором, содержащий сероводород	0,00140 0,00015	0,01298 0,00128	90,1

Как видно из данных таблицы «Sumono-extra» эффективно защищает сталь от коррозии в различных агрессивных средах.

С целью получения высокотемпературных ингибиторов «Sumono-extra» была модифицирована - уротропином, тиомочевинной и солями меди (сульфат, хлорид меди) в соотношении «Sumono- extra» ÷ уротропин: тиомочевина: сульфат меди = 1 ÷ 0,5: 0,45: 0,05 вес частей.

Таким образом, разработан состав состоящая из «Sumono-extra» ÷ уротропин: тиомочевина: сульфат меди = 1 ÷ 0,5: 0,45: 0,05. Данная композиция испытана в качестве ингибитора в среде соляной кислоты с массовой долей 21,0%. Ее защитный эффект составляет при количестве добавки 0,8 - 1,0 % масс 95,0-98,0%. Таким образом, нами разработаны новые высокоэффективные ингибиторы коррозии для нефтегазодобывающей промышленности.

Литература

1. А.А. Гоник. Предотвращение коррозионных отложений сульфида железа в погружных электронасосах нефтяных скважин. Защита металлов. - 2002. - Т. 38. - № 2. - С. 212-219.
2. Р.К. Вагапов. Выбор ингибиторов для антикоррозионной защиты стального оборудования на нефтепромыслах. Коррозия: материалы, защита. - 2007. - № 1. - С. 9-13.
3. Пат. IAP 4551 (РУз). Способ получения ингибитора коррозии. Д. Юсупов, Х.Ш. Ширинов, А.Н. Денисов и др. Б.И., 1997, №3.
4. Пат. IAP 02926 (РУз). Способ получения ингибитора коррозии. Н.Р. Юсупбеков, Н.Х. Вагапов, Х.Ш. Ширинов и др. Б.И., 2005, №6.
5. Н.Р. Юсупбеков, Д. Юсупов, В.А. Уваров. Перспективы производства и потребления ингибиторов аномальных явлений //Узбекский журнал нефти и газа, 2004, №3, С. 43-44.
6. Д.Н. Юсупбеков, Х.И. Кадилов, А.Н. Денисов и др. Разработка и исследование свойства новых ингибиторов коррозии. Узбекский журнал нефти и газа, 2001, №3, С. 38-40.

PRODUCTION OF CORROSION INHIBITORS FOR WELL CLEANING AND THEIR PROPERTIES

H.N. Rakhimov, H.I. Kadirov, S.B. Obidov, B.M. Ismailov, E.E. Mashaev
Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Annotation. To obtain inhibitors of high-temperature corrosion, formulations based on “Sumono–extra”, a product of condensation of the croton fraction with ammonia in methanol and urotropin, thiourea with copper salts, were prepared. The inhibitory properties of the inhibitor in case of corrosion of steel in hydrogen sulfide-carbon dioxide media of various compositions have been studied by gravimetric analysis. The effect of temperature on the rate of corrosion and the protective effect of the inhibitor has been studied.

Keywords: croton fraction, urotropin, thiourea, corrosion inhibitors, degree of protection.

OBTAINING CORROSION INHIBITORS BASED ON ELEMENT-ORGANIC COMPOUNDS OF ZINC

Sh.Obidov, Kh.Kadirov, B.Ismailov, U.Azamatov, F.Urazov

Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Republic of Uzbekistan, E-mail: shoobidov@gmail.com

Annotation: This work presents a method for obtaining corrosion inhibitors based on organic compounds of the element Zn and their analysis.

Key words: corrosion inhibitors, organic compounds, zinc, unifloc

Today, due to corrosion processes, 1/4 of metals are lost without a trace, with the share of annual steel production accounting for 30-35% of this loss. In developed countries, corrosion accounts for one-tenth of the national income, while repairing or replacing equipment causes both economic and environmental problems. This is one of the most critical issues, especially in the oil and gas industry, where protecting structures and construction materials from corrosion and ensuring their guaranteed service life is of utmost importance.

Worldwide, along with chemical compounds, scientific research is being conducted on the use of new types of combined inhibitors to prevent or slow down the corrosion of industrial equipment. In this regard, special attention is given to obtaining organophosphonates and their metal complexonates, determining their physicochemical and operational properties, investigating the protection mechanism under various conditions using in situ ellipsometric methods, determining adsorption isotherms on oxide-free surfaces, and developing and testing technologies for producing combined inhibitors that passivate metal activity, which can be purposefully used in industry.

The deterioration of metal equipment and devices used in technological processes under the influence of aggressive (corrosion-active) environments is one of the most important scientific and technical problems. The relevance of this problem lies in the fact that the growth rate of losses due to corrosion significantly exceeds the growth rate of metal production [1].

The degradation of metals as a result of corrosion processes occurs through chemical or electrochemical mechanisms [2]. The fight against corrosion is carried out using various methods. The most optimal method is the manufacture of structures and devices from corrosion-resistant materials, but for various reasons, this method is not always used. Currently, methods such as protective coatings (metallic and non-metallic), electrochemical protection (anodic and cathodic), and the addition of corrosion-inhibiting substances (inhibitors) to aggressive solutions are used to reduce the corrosion rate of metals and alloys.

Oxyethylidenediphosphonic acid is used for the synthesis of various OEDP chelate complexes. They are used in the energy sector for cleaning and protecting pipes, in medicine for creating drugs, in agriculture for producing highly effective mineral fertilizers, and so on.

Methods for obtaining zinc oxyethylidenediphosphonate:

Method #1. The yield of zinc oxyethylidenediphosphonate is 98% (16.7 g).

Pour 40 ml of distilled water into a 200 ml vessel equipped with a stirrer, contact thermometer, and dropping funnel. Add 6.52 g of zinc oxide and heat the resulting suspension to 65-70°C while stirring. Then add 8.65 g (5% excess) of solution. The

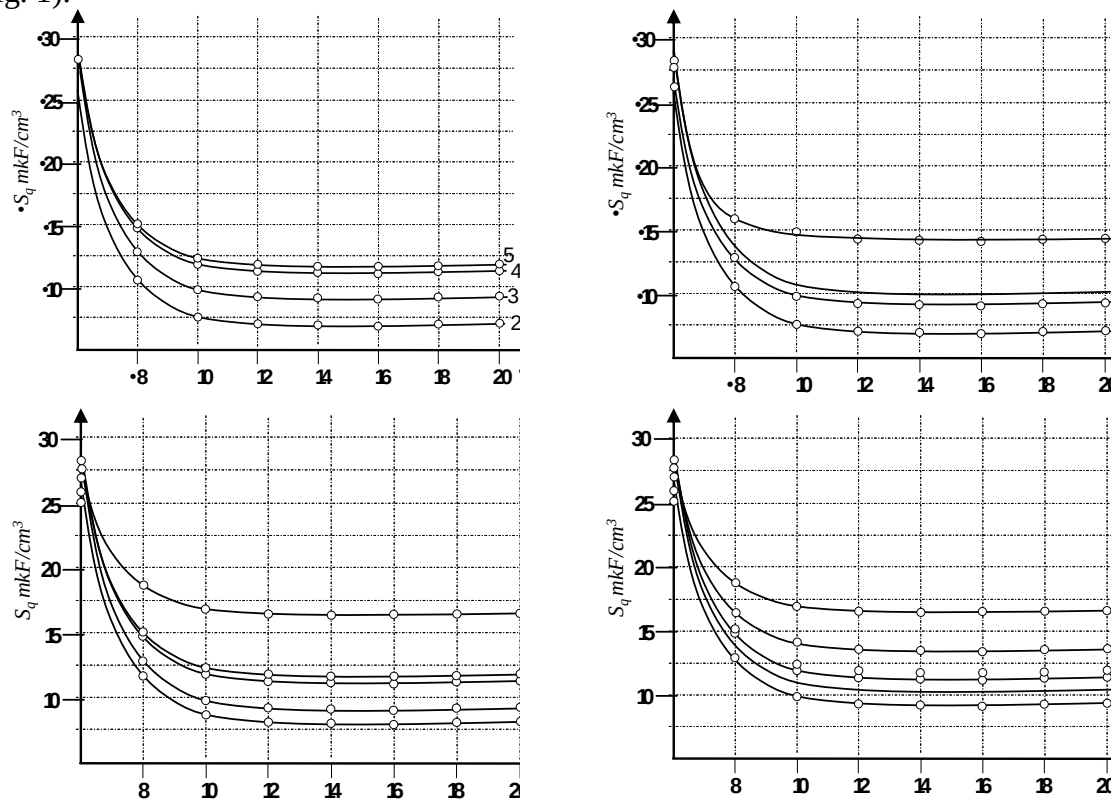
dropping funnel contains OEDP dissolved in 60 ml of distilled water, which is added over 5-7 minutes with constant stirring at 65-70°C for 4 hours. The precipitate is filtered through a fine-pored paper filter in a Buchner funnel, washed with 15 ml of alcohol, thoroughly pressed, and air-dried to a constant weight. The particle size of the product is 1-3 microns. The actual zinc content is 31.10%.

Method No. 2. The yield of zinc oxyethylidenediphosphonate is 99%.

To a suspension of 6.52 g of zinc oxide in 40 ml of water heated to 50°C, add a solution of 9.06 g (10% excess) of OEDP in 60 ml of water and maintain at 50°C for 2 hours. Subsequent steps are carried out according to the previous method.

Various electrochemical studies were conducted to determine the high effectiveness of the obtained zincates and prepared compositions in protecting metals from corrosion.

Unlike the adsorption mechanism of low-molecular-weight surfactants, the adsorption of polymers is more complex due to their high molecular weight and chain flexibility. This complexity depends on the conformational state of the macromolecule in the solution and the change in its spatial arrangement on the surface during adsorption. The conformation of molecules can change depending on the strength of electrostatic interactions and the composition of the solution. It is known that "unifloc" has a high adsorption capacity on metal electrodes, which is explained by the strong interaction of carboxyl, amido- and imino groups with the metal surface. The introduction of new groups into the composition of "unifloc" can significantly alter its adsorption capacity. Depending on the conditions, the structure of "unifloc" can change, which is related to the presence of an =NH-group in its composition. As pH decreases, the molecule acquires a positive charge because nitrogen is protonated, resulting in the molecule taking a linear shape, while in an alkaline medium, the molecule becomes neutral. This determines the adsorption properties of "unifloc." The determination of the adsorption parameters of "unifloc" derivatives was carried out based on the capacitance values of the electrical double layer (EDL) obtained by the coulometric method at a stationary potential ($E = -0.49$ V) (Fig. 1).



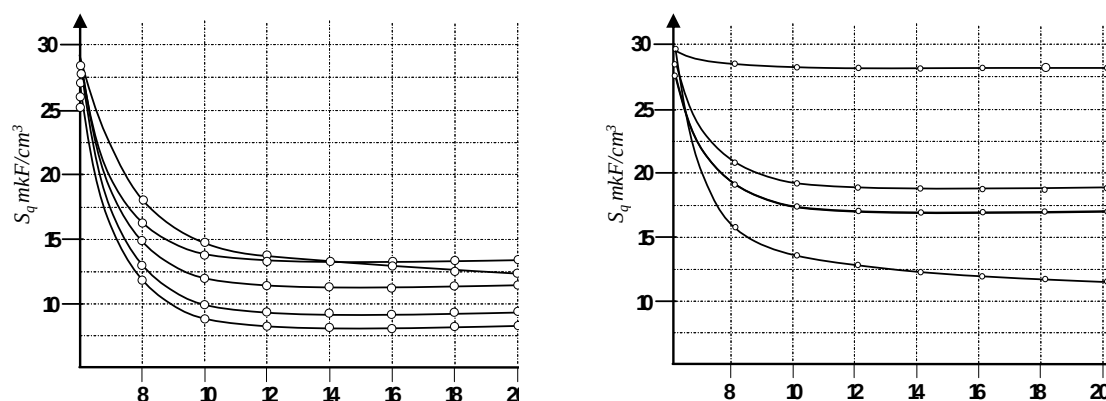


Figure 1. Dependence of the electrical double layer capacitance of a steel electrode on concentration

pH 2 (1), 4 (2), 6 (3), 8 (4), 10 (5) temperature $T = 24^{\circ}\text{C}$

(I) "unifloc"; (II) $\text{Zn}^{2+}\text{OEDP}$; (III) Zn^{2+}NTP ; (IV) $\text{Zn}^{2+}\text{"unifloc"}$; (V) Zn^{2+} (OEDP + Zn^{2+}NTP); (VI) Zn^{2+} ("unifloc" + OEDP + NTP),

Analysis of the obtained data showed that polyelectrolytes and their complexes decrease the capacitance of the electrical double layer over a wide pH range as the inhibitor concentration increases. This indicates their adsorption on the steel electrode. Based on the obtained relationships, the values of the relative capacitance of the electrical double layer at full electrode coverage (S_d' Microfarad (μF)) were determined (Table 1).

Table 1. Relative capacitance of the electrical double layer when the surface is fully covered with polyelectrolytes at different pH values of the medium (S_d' , $\mu\text{F}/\text{cm}^2$) values

Polyelectrolyte	$S_d', \mu\text{F}/\text{cm}^2$				
	pH				
	2	4	6	8	10
"unifloc"	9.7	13.3	13.4	15.0	27.3
$\text{Zn}^{2+}\text{OEDP}$	4.1	5.2	10.3	8.7	6.7
Zn^{2+}NTP	4.6	4.9	5.0	8.2	12.1
$\text{Zn}^{2+}\text{"unifloc"}$	9.5	5.3	6.0	6.0	12.8
Zn^{2+} (OEDP + Zn^{2+}NTP)	4.0	3.4	2.5	2.0	5.4
Zn^{2+} ("unifloc" + OEDP + NTP)	4.1	7.0	11.6	12.0	5.2

It is difficult to explain the values of the relative capacitance of the electrical double layer when the electrode is fully covered. This is because the capacitance value is determined by the dielectric constant of the dense part of the double layer and the thickness of this dense part. These factors are practically unpredictable for the adsorption of macromolecules. With a change in pH, the conformation of the adsorbed molecules changes, which leads to a change in the value of S_d' .

Thus, targeted studies were conducted on the development of OEDF+NTP zinc complexes and the investigation of their properties. The reaction for the combined production of Zn^{2+} ("unifloc" + OEDF + NTP) without catalysts and initiators was investigated. Considering that zinc ions enhance the inhibitory properties of organophosphorus compounds, the reaction of unifloc with sodium zincate was studied, and compositions were prepared. The formation of zinc salts of unifloc was confirmed by IR spectroscopy.

References

1. Corrosion and Protection of Metals. - Part 1. Chemical Corrosion of Metals: Textbook / N.A. Azarenkov, S.V. Litovchenko, I.M. Neklyudov, P.I. Stoev. - Kharkiv, 2007. - 187 p.

2. Malakhov A.I., Zhukov A.P. Fundamentals of Metallurgy and Corrosion Theory: Textbook for Machine-Building Technical Schools. - M.: Higher School, 1978. - 192 p.

ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТНО-ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА

Ш.Обидов, Х.Кадилов, Б.Исмаилов, У.Азаматов, Ф.Уразов

Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: В данной работе представлен способ получения ингибиторов коррозии на основе органических соединений элемента Zn и их анализ.

Ключевые слова: ингибиторы коррозии, органические соединения, цинк, *inifloc*

... ————— ◊ ————— ...

СИНТЕЗ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ Tb₅Bi₃-Lu₅Bi₃

В.Д. Абулхаев, М.А. Балаев, И.Н. Ганиев, Х.Х. Назарзода, Б.Д. Сайдалиев, С.О. Убайдов

Институт хими им. В.И. Никитина НАНТ г. Душанбе, Республика Таджикистан, Email: abulkhaev-48@mail.ru

Аннотация. В статье приведены оптимальные условия синтеза и результаты исследования магнитных свойств твердых растворов Tb_{5-x}Lu_xBi₃; $x = 0.5 \div 4.5$, образующихся в системе Tb₅Bi₃ - Lu₅Bi₃.

Кристаллохимический анализ показал, что твердые растворы и исходные компоненты - Tb₅Bi₃ и Lu₅Bi₃ изоструктурны и кристаллизуются ромбической сингонии типа Y₅Si₃.

Установлено, что температурная зависимость молярной магнитной восприимчивости твердых растворов Tb_{5-x}Lu_xBi₃; $x = 0.5 \div 4.5$, в диапазоне температур 298-500 К следует закону Кюри-Вейсса, характерного парамагнитным веществам.

Ключевые слова: синтез, сплавы, диаграмма состояния, твердые растворы, температура Кюри.

Ранее диаграммы состояния систем Tb-Bi и Lu-Bi нами были исследованы в полном диапазоне концентраций [1, 2]. В указанных системах установлено образование соединений: Tb₅Bi₃, Tb₄Bi₃, Lu₅Bi₃ и LuBi. Соединения Tb₅Bi₃, Tb₄Bi₃, и Lu₅Bi₃, при 1763, 1813, 1723 К, соответственно, образуются по перитектическим реакциям, а TbBi и LuBi при 2033 и 2093 К плавятся конгруэнтно. При этом соединения Tb₅Bi₃ и Tb₄Bi₃, проявляют парамагнитные свойства [3].

В связи с этим, определенный интерес представляет исследование магнитных свойств сплавов, содержащие разные ионы РЗЭ. К таким сплавам могут быть отнесены твердые растворы, образующиеся в системе Tb₅Bi₃ - Lu₅Bi₃.

Целью данной работы явилось синтез и исследование магнитных свойств твердых растворов системы Tb₅Bi₃ - Lu₅Bi₃.

Твердые растворы были приготовлены через каждые 10 мол.% Lu₅Bi₃. В качестве исходных компонентов использовали предварительно синтезированные Tb₅Bi₃ и Lu₅Bi₃.

Твердые растворы синтезировали следующим образом. Порошки предварительно синтезированных Tb₅Bi₃ и Lu₅Bi₃, отвечающие конкретному химическому составу, тщательно смешивали, спрессовывали, помещали в герметичный молибденовый тигель и нагревали (со скоростью 40 К/мин) в среде гелия. Оптимальная температура синтеза составляла 1623±50 К. При этой температуре образцы выдерживали 2-3 часа.

Полученные таким образом сплавы, подвергали рентгенофазовому и металлографическому методам анализа. Рентгенофазовый анализ сплавов

проводили на дифрактометре «ДРОН-2» с использованием, отфильтрованного (фильтр-Ni) CuK_α излучения. Металлографический анализ сплавов осуществляли на микроскопе «НЕОФОТ-21».

Микротвердость сплавов и соединений измеряли на микротвёрдомере ПМТ-3.

Молярную магнитную восприимчивость (χ_m) сплавов измеряли в диапазоне температур 298-500 К по методике, приведенной в [4].

Рентгенографическим исследованием установлено, что сплавы, образующиеся в системе Tb_5Bi_3 - Lu_5Bi_3 , представляют собой твёрдые растворы замещения $\text{Tb}_{5-x}\text{Lu}_x\text{Bi}_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$), кристаллизующиеся, как и исходные компоненты- Tb_5Bi_3 и Lu_5Bi_3 , в ромбической сингонии типа Y_5Bi_3 , с пространственной группой $R\bar{3}m$ (таблица.1). Из таблицы следует, что параметр элементарной ячейки твёрдых растворов $\text{Tb}_{5-x}\text{Lu}_x\text{Bi}_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$), во всём диапазоне концентраций изменяется почти аддитивно. При этом наибольшую микротвёрдость проявляет твёрдый раствор $\text{Tb}_{5-x}\text{Lu}_x\text{Bi}_3$, содержащий 10 мол.% Lu_5Bi_3 .

Таблица 1-Кристаллохимические характеристики висмутидов и твердых растворов системы Tb_5Bi_3 – Lu_5Bi_3 .

Висмутиды, твердые растворы	Параметр элементарной ячейки, ± 0.0005 нм			Плотность, кг/м^3		Микротвердость, МПа
	а	в	с	расчет.	экспер.	
Tb_5Bi_3	0.8202	0.9482	1.1988	10185	10178	2040 $\pm$ 50
$\text{Tb}_{4.5}\text{Lu}_{0.5}\text{Bi}_3$	0.8184	0.9700	1.1970	10049	10042	2035 $\pm$ 115
Tb_4LuBi_3	0.8170	0.9675	1.1940	10174	10168	2020 $\pm$ 130
$\text{Tb}_{3.5}\text{Lu}_{1.5}\text{Bi}_3$	0.8150	0.9650	1.1910	10309	10258	2010 $\pm$ 120
$\text{Tb}_3\text{Lu}_2\text{Bi}_3$	0.8135	0.9630	1.1880	10433	10428	2000 $\pm$ 150
$\text{Tb}_{2.5}\text{Lu}_{2.5}\text{Bi}_3$	0.8120	0.9605	1.1853	10565	10545	1985 $\pm$ 145
$\text{Tb}_2\text{Lu}_3\text{Bi}_3$	0.8100	0.9580	1.1825	10699	10589	1970 $\pm$ 125
$\text{Tb}_{1.5}\text{Lu}_{3.5}\text{Bi}_3$	0.8087	0.9558	1.1800	10831	10825	1958 $\pm$ 160
TbLu_4Bi_3	0.8070	0.9534	1.1765	10963	10958	1940 $\pm$ 155
$\text{Tb}_{0.5}\text{Lu}_{4.5}\text{Bi}_3$	0.8055	0.9510	1.1745	11068	11048	1920 $\pm$ 135
Lu_5Bi_3	0.8046	0.9768	1.1718	10894	10888	1900 $\pm$ 140

Исследование магнитных свойств показало, что в диапазоне 298-500 К температурная зависимость обратной величины молярной магнитной восприимчивости (χ_m) твёрдых растворов $\text{Tb}_{5-x}\text{Lu}_x\text{Bi}_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$), следует закону Кюри -Вейсса, характерного парамагнитным веществам (рисунок).

Значения χ_m и парамагнитной температуры Кюри (θ_p) твёрдых растворов, определенной экстраполяцией линейной части зависимости $1/\chi_m - T$ к оси температур, приведены в таблице 2. Как видно из таблицы, во всем диапазоне концентраций значения молярной магнитной восприимчивости и парамагнитной температуры Кюри твёрдых растворов $\text{Tb}_{5-x}\text{Lu}_x\text{Bi}_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$), выше, чем χ_m и θ_p Lu_5Bi_3 , а также выше θ_p лутетия (2 К) [5]. Исходя из этого, можно предположить, что магнетизм твёрдых растворов $\text{Tb}_{5-x}\text{Lu}_x\text{Bi}_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$), как и самих редкоземельных элементов, устанавливается под действием косвенного обменного взаимодействия через электроны проводимости, так называемым взаимодействием Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды (РККИ) [5].

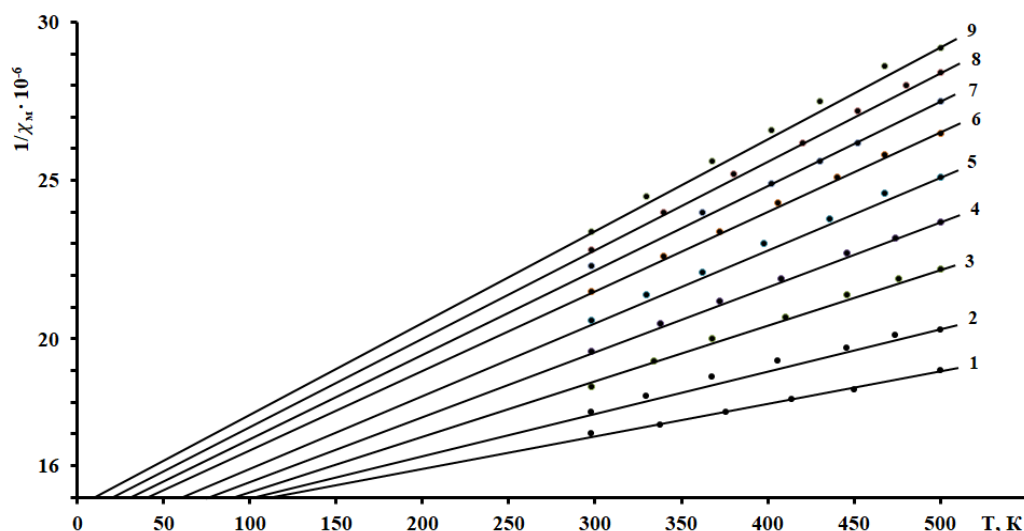


Рисунок - Температурная зависимость обратной молярной магнитной восприимчивости твёрдых растворов $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$), содержащих: (1)-10, (2)-20, (3)-30, (4)-40, (5)-50, (6)-60, (7)-70, (8)-80, (9)-90 мол.% Lu_5Bi_3 в диапазоне температур 298-500 К

Таблица 2- Магнитные свойства висмутидов и твёрдых растворов растворов системы $Tb_5Bi_3 - Lu_5Bi_3$.

Висмутиды, твёрдые растворы	Молярная магнитная восприимчивость $\chi_m \times 10^6$ при 298 К.	Парамагнитная температура Кюри θ_p , К	Эффективный магнитный момент ионов РЗЭ $\mu_{эфф.}, \times 10^{-24}, A \cdot m^2$
$Tb_{4.5}Lu_{0.5}Bi_3$	60196.8	110	90.8
Tb_4LuBi_3	56292.4	100	81.6
$Tb_{3.5}Lu_{1.5}Bi_3$	53876.2	90	90.8
$Tb_3Lu_2Bi_3$	50978.8	75	82.5
$Tb_{2.5}Lu_{2.5}Bi_3$	48432.4	60	95.5
$Tb_2Lu_3Bi_3$	46532.6	40	86.2
$Tb_{1.5}Lu_{3.5}Bi_3$	44722.3	30	86.2
$TbLu_4Bi_3$	43722.3	20	87.0
$Tb_{0.5}Lu_{4.5}Bi_3$	42722.3	10	88.0

Для твёрдых растворов $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$, с нашей точки зрения, обменное взаимодействие определяется взаимодействием по линии: Tb – Tb, поскольку, как видно из таблицы 2, с увеличением концентрации тербия в твёрдых растворах растет их молярная магнитная восприимчивость и парамагнитная температура Кюри.

Следует отметить, что рассчитанные по данным эксперимента эффективные магнитные моменты ионов тербия и лютеция твёрдых растворов $Gd_{5-x}Lu_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$) (таблица 2), оказались близки к таковым трехзарядным ионам тербия и лютеция [6].

Таким образом, результаты данной работы указывают на возможность получения на основе Tb_5Bi_3 и Lu_5Bi_3 твёрдых растворов $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$ ($x = 0.5-4.5$) с повышенными магнитными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абулхаев В.Д., Диаграмма состояния Tb – Bi /В.Д. Абулхаев//Изв. РАН. Металлы. -1997. -№4. –С. 105-108.
2. Абулхаев В.Д., Диаграмма состояния Lu – Bi /В.Д. Абулхаев И.Н. Ганиев //Изв. РАН. Металлы. -1995. -№2. –С. 157-160.
3. Магнетохимические свойства сплавов системы Gd_4Sb_3 - Tb_4Bi_3 /С.О.Убайдов, В.Д. Абулхаев, Ю.С. Азизов, М.А. Балаев, И.Н. Ганиев// Докл. АН РТ. -2011. - Т. 54. - № 7. - С. 555-559.
4. Чечерников В.И., Установка с использованием магнитных весов. Магнитные измерения/В.И. Чечерников/- М.: Изд. МГУ. -1963. -с. 92-94.
5. Белов К.П., Редкоземельные магнетики и их применение /К.П. Белов. // -М.: ка, -1980. -239 с.
6. Савицкий Е.М., Металловедение редкоземельных металлов. /Е.М., Савицкий, В.Ф. Терехова/-/М.: -Наука, -1975. -270 с.

СИНТЕЗ ВА ХОСИЯТИ МАГНИТИИ МАҲЛУЛҲОИ САХТИ СИСТЕМАИ Tb_5Bi_3 - Lu_5Bi_3

**В.Д. Абулхаев, М.А. Балаев, И.Н. Ганиев, Х.Х. Назарзода, Б.Д. Сайдалиев,
С.О. Убайдов**

Институту химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Аннотатсия. Дар мақола шароити оптималии синтез ва натиҷаҳои таҳқиқи ҳосиятҳои магнитии маҳлулҳои сахт $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$, ки дар системаи Tb_5Bi_3 - Lu_5Bi_3 ҳосил мешаванд оварда шудаанд.

Таҳлили кристаллохимиявӣ нишон дод, ки маҳлулҳои сахт ба ҷузъҳои ибтидоӣ - Tb_5Bi_3 ва Lu_5Bi_3 изоструктурӣ буда, дар структураи ромбии навъи Y_5Bi_3 , бо гурӯҳи фзоии $Pnma$ кристаллизатсия мешаванд.

Муайян карда шудааст, ки вобастагии ҳароратии таъсирпазирии магнитии маҳлулҳои сахт $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$, дар ҳудуди ҳароратҳои 298-500 К ба қонуни Кюри – Вейс, ғайр аз мекунад, ки ин ба моддаҳои паромангнетӣ хос аст.

Калимаҳои калидӣ: синтез ҳулаҳо, диаграммаи ҳолат, маҳлулҳои сахт, ҳарорати Кюри.

SYNTHESIS AND MAGNETIC PROPERTIES OF SOLID SOLUTIONS OF THE Tb_5Bi_3 - Lu_5Bi_3 SYSTEM

V.D. Abukhaev, M.A. Balaev, I.N. Ganiev, Kh.Kh. Nazarzoda, B.D. Saydaliev, S.O. Ubaydov.

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Annotation. The article presents the optimal synthesis conditions and the results of the study of the state diagram and magnetic properties of solid solutions $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$, which are formed in the Tb_5Bi_3 - Lu_5Bi_3 system.

Crystal chemical analysis showed that these solid solutions are isostructured with the initial components - Tb_5Bi_3 , Lu_5Bi_3 and crystallize in a rhombic structure of type Y_5Bi_3 , with a spatial group $Pnma$.

It is established that the temperature dependence of the molar magnetic susceptibility of solid solutions $Tb_{5-x}Lu_xBi_3$; $x = 0.5 \div 4.5$, in the temperature range of 298-500 K, obeys the Curie-Weiss law characteristic of paramagnetic substances.

Key words: synthesis, alloys, state diagram, solid solutions, Curie temperature.

.....

КИНЕТИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ СПЛАВОМ ОЛОВО-ЦИНК ИЗ ЩЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА: СВОЙСТВА И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ

С.Ю. Киреев, А.З. Янгуразова, С.Н. Киреева
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», 440026, Пенза, ул.
Красная, д. 40, E-mail: sergey58_79@mail.ru

Аннотация. В статье обобщены результаты исследований кинетики электроосаждения сплавов олово-цинк (Sn-Zn) из щелочного электролита с использованием потенциодинамических методов и вращающегося дискового электрода. Установлен смешанный диффузионно-кинетический механизм процесса, определены коэффициенты диффузии ионов Sn ($1,77 \times 10^{-8}$ см²/с) и Zn ($1,97 \times 10^{-7}$ см²/с). Оптимизированы состав электролита (Na₂ SnO₃ 0,14–0,16 моль/л, ZnO 0,05–0,07 моль/л, NaOH 90–110 г/л, добавки цитрата и лаурилсульфата натрия) и режимы осаждения (плотность тока 1,0–1,2 А/дм², T=40–45°C). Импульсные режимы (потенциостатический и гальваностатический) обеспечивают покрытия с содержанием Zn 30 мас.%, микротвердостью 880–1177 МПа, коэффициентом трения 0,2–0,3 и коррозионной стойкостью >1000 ч в 3,5% NaCl и 600–800 ч в солевом тумане. Разработанные технологии соответствуют требованиям RoHS/REACH как экологичная альтернатива Cd- и Pb-покрытиям.

Ключевые слова: электроосаждение, сплав олово-цинк, щелочной электролит, коррозионная стойкость, импульсный электролиз, защитные покрытия.

KINETICS AND TECHNOLOGY OF ELECTRODEPOSITION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TIN-ZINC ALLOY COATINGS FROM AN ALKALINE ELECTROLYTE: PROPERTIES AND CORROSION RESISTANCE

S.Y. Kireev, A.Z. Yangurazova, S.N. Kireeva
Penza State University, 40 Krasnaya str., Penza, 440026

Abstract. The article summarizes the results of studies on the kinetics of tin-zinc (Sn-Zn) alloy electrodeposition from an alkaline electrolyte using potentiodynamic methods and a rotating disk electrode. A mixed diffusion-kinetic mechanism of the process has been established, and the diffusion coefficients of Sn ions (1.77×10^{-8} cm²/s) and Zn ions (1.97×10^{-7} cm²/s) have been determined. The electrolyte composition (Na₂ SnO₃ 0.14–0.16 mol/L, ZnO 0.05–0.07 mol/L, NaOH 90–110 g/L, additives of sodium citrate and sodium lauryl sulfate) and deposition conditions (current density 1.0–1.2 A/dm², T=40–45°C) have been optimized. Pulse modes (potentiostatic and galvanostatic) provide coatings with 30 wt.% Zn content, microhardness of 880–1177 MPa, friction coefficient of 0.2–0.3, and corrosion resistance >1000 h in 3.5% NaCl and 600–800 h in salt spray. The developed technologies comply with RoHS/REACH requirements as an environmentally friendly alternative to Cd- and Pb-coatings.

Keywords: electrodeposition, tin-zinc alloy, alkaline electrolyte, corrosion resistance, pulse electrolysis, protective coatings.

Введение

Разработка экологически безопасных защитных покрытий на основе сплавов олово-цинк (Sn-Zn) является актуальной задачей в контексте директив RoHS и REACH, запрещающих использование токсичных Cd- и Pb-содержащих материалов в электронике, автомобилестроении и авиации. Sn-Zn покрытия сочетают катодную защиту (за счет Zn) и барьерные свойства (за счет Sn), обеспечивая коррозионную стойкость, паяемость и низкую токсичность. Однако традиционные методы электроосаждения из щелочных электролитов сталкиваются с проблемами контроля состава, пористости и побочных реакций (выделение H₂). Импульсные режимы электролиза позволяют оптимизировать процесс, повышая качество покрытий.

Цель работы – обобщить закономерности кинетики и технологии осаждения Sn-Zn покрытий, оценить их свойства и коррозионную стойкость для применения в агрессивных средах.

Кинетика электроосаждения Sn-Zn из щелочного электролита

Исследования кинетики проводились с использованием потенциодинамики и вращающегося дискового электрода (ВДЭ) в электролите: Na_2SnO_3 0,15 моль/л, ZnO 0,06 моль/л, NaOH 100 г/л, цитрат Na 12 г/л, лаурилсульфат Na 1 г/л (рН 11,2–11,5). Процесс совместного осаждения Sn и Zn контролируется смешанным диффузионно-кинетическим механизмом, подтвержденным линейной зависимостью $1/j$ от $1/\omega$ (где j – плотность тока, ω – угловая скорость вращения ВДЭ). Коэффициенты диффузии $D_{\text{Sn}} = 1,77 \times 10^{-8}$ см²/с и $D_{\text{Zn}} = 1,97 \times 10^{-7}$ см²/с ниже значений для свободных ионов из-за комплексообразования (станнаты $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$ и цинкаты $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$) и влияния добавок, создающих барьеры массопереноса.

Поляризационные кривые ($v=1\text{--}100$ мВ/с) показали деполяризацию осаждения Zn ($E=-1,10$ В вместо $-1,20$ В) за счет отрицательной ΔG сплавообразования и диффузионные ограничения для Sn (предельный ток при $-1,40$ В). Состав сплава зависит от потенциала и ω : при $\omega=100\text{--}1600$ об/мин доля Zn растет с 55% до 65% при $E=-1,45$ В. Побочная реакция H_2 -эволюции ($E<-1,8$ В) снижает эффективность ($\eta<50\%$). Температурные измерения выявили $E_a=18,73$ кДж/моль при $-1,1$ В и $14,42$ кДж/моль при $-1,4$ В, указывая на усиление диффузионного контроля.

Добавки (цитрат Na – комплексообразователь, лаурилсульфат Na – ПАВ) улучшают морфологию, снижая шероховатость и пористость. Оптимальный состав обеспечивает $\eta=78\text{--}82\%$ и скорость осаждения $12\text{--}15$ мкм/ч при $j=1,0$ А/дм², $T=40^\circ\text{C}$, с Zn=30 мас. %.

Влияние импульсных режимов на свойства покрытий

Импульсный электролиз (потенциостатический и гальваностатический) минимизирует дефекты. В потенциостатическом режиме ($E_{\text{нечет}}=-1,4$ В, $E_{\text{чет}}=+0,1$ В, $\tau=0,1$ с) достигается $\eta=75\text{--}80\%$, скорость $12\text{--}18$ мкм/ч, мелкокристаллическая структура (размер зерен <100 нм) и низкая пористость ($1,2\text{--}1,8$ пор/см²). Униполярный гальваностатический режим ($\tau_{\text{имп}}=5$ мс, $j=1,5$ А/дм², $S=2$) дает высокую микротвердость ($950\text{--}1050$ МПа), но пористость $7\text{--}12\%$. Реверсивный режим ($\tau_{\text{кат}}=\tau_{\text{ан}}=5$ мс, $j_{\text{кат}}/j_{\text{ан}}=2,0/0,5$ А/дм²) обеспечивает минимальную пористость ($2\text{--}4\%$), внутренние напряжения $50\text{--}80$ МПа и адгезию >40 МПа/см² за счет анодного выравнивания.

Сравнение режимов представлено в табл. 1.

Таблица 1. Свойства Sn-Zn покрытий в разных режимах электролиза

Режим	Внутренние напряжения, МПа	Микротвердость, МПа	Пористость, пор/см ²	Корроз. стойкость (NaCl), ч	Угол смачивания, °
Стационарный	50–100	800–900	6–9	800–1000	20–30
Униполярный	120–150	950–1050	4,2–7,2	>1000	15–25
Реверсивный	50–80	900–1000	1,2–2,4	>1200	12–18
Потенциостатический	20–40	1000–1100	1,2–1,8	>1200	10–15

Покрытия превосходят Sn-Pb аналоги: износостойкость в 2–3 раза выше, коэффициент трения $0,2\text{--}0,3$, переходное сопротивление $15\text{--}25$ мкОм·см.

Коррозионная стойкость и применение

Коррозионная стойкость Sn-Zn покрытий (Zn=30 мас. %) >1000 ч в 3,5% NaCl и $600\text{--}800$ ч в солевом тумане (GOST 9.308-85), за счет барьерного слоя Sn и жертвенного растворения Zn. Электрохимические тесты (EIS) подтвердили $R_p>10^5$ Ом·см². В морских и промышленных средах покрытия устойчивы к селективному растворению Zn благодаря компактной структуре.

Разработанные технологии перспективны для финишных покрытий печатных плат, крепежа в авиации и морской технике, обеспечивая соответствие требованиям RoHS/REACH.

Заключение

Обобщенные результаты демонстрируют эффективность щелочных электролитов и импульсных режимов для получения Sn-Zn покрытий с контролируемым составом ($Zn=30$ мас.%), высокой коррозионной стойкостью и эксплуатационными свойствами. Дальнейшие исследования – влияние легирующих добавок (Ni, Co) для повышения выхода по току и масштабирование.

Литература

1. Dubent S. et al. Electrodeposition, characterization and corrosion behaviour of tin–20 wt.% zinc coatings... Mater. Chem. Phys. 2010. V. 120. P. 371–380.
2. Maniam K.K., Paul S. Corrosion performance of electrodeposited zinc... Corros. Mater. Degrad. 2021. V. 2. P. 163–189.
3. Benidir S. et al. Influence of applied potential on tin content... Inorg. Nano-Met. Chem. 2022. V. 52. P. 899–909.
4. Singh A.P., Srivastava C. J. Mater. Sci. 2025. V. 60. P. 1328–1347.
5. Kireev S.Yu. et al. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020. V. 862. 062024.
6. Yangurazova A.Z., Kireev S.Yu. Успехи в химии и хим. технол. 2021. Т. 35. №5. С. 34–35.
7. Gerháťová Ž. et al. Materials. 2022. V. 15. 7210.
8. Kazimierczak H. et al. Electrochim. Acta. 2020. V. 338. 135889.
9. Kireev S.Yu. et al. Materials Science Forum. 2022. V. 1049. P. 124–129.
10. Zhang D. et al. Adv. Energy Mater. 2025. V. 15. 240402.

... ————— ◇ ————— ...

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРОТОЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ФЕРРАТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

С.Ю. Киреев, Маркина М.А., Камардина Н.В.,
Балыбердин А.С., В.А. Крылов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия,
E-mail: sergey58_79@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке лабораторного проточного генератора ферратов ($Fe(VI)$) для комплексной очистки воды от антибиотиков, красителей, тяжелых металлов и микроорганизмов. Генератор обеспечивает синтез $Fe(VI)$ *in situ* методом анодного растворения железной стружки в щелочной среде ($pH\ 12-13$, плотность тока $5-15\ mA/cm^2$). Конструкция включает корпус из нержавеющей стали, перфорированную перегородку и модульные элементы для малых объемов ($50-200\ мл$). Выход по току достигает 78% , эффективность очистки — $85-96\%$. Технология экономична (стоимость анода снижена на 90%) и экологически безопасна (без токсичных побочных продуктов). Перспективы: интеграция IoT для мониторинга.

Ключевые слова: ферраты, очистка воды, электрохимический синтез, железная стружка, экологическая химия, *in situ*, выход по току, модульная конструкция.

Введение

Загрязнение водных ресурсов устойчивыми органическими соединениями, тяжелыми металлами и патогенами представляет серьезную экологическую проблему. Традиционные методы, такие как хлорирование, приводят к образованию токсичных побочных продуктов (тригалометаны, диоксины). Ферраты железа ($Fe(VI)$) с высоким окислительным потенциалом ($+2,2\ В$) предлагают альтернативу, сочетая окисление, коагуляцию и дезинфекцию без

галогенированных соединений. Однако существующие генераторы ограничены нестабильностью Fe (VI) и высокой стоимостью. Цель работы — разработка лабораторного проточного генератора ферратов для оптимизации очистки воды в малых объемах.

Теоретическое обоснование

Синтез Fe (VI) осуществляется анодным окислением железа в щелочной среде: $\text{Fe} + 8\text{OH}^- \rightarrow \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$. Термодинамический расчет ($\Delta G^\circ = -210$ кДж/моль) подтверждает самопроизвольность процесса. Fe (VI) разрушает органику до CO_2 и H_2O , коагулирует взвеси $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и повреждает клетки патогенов. В лабораторных условиях ключ — контроль дозировки и контакта для изучения кинетики.

Конструкция генератора

Генератор выполнен из нержавеющей стали (08X18H10T) как корпус-катод. Анодное пространство отделено полипропиленовой перфорированной перегородкой (диаметр отверстий 2 мм). Анод — железная стружка (сталь Ст3, фракция 0,5–1 мм) в корзине из полимерной сетки (1–2 корзины при ширине пространства ≤ 10 мм). Вода подается в анодную зону со скоростью 0,5–2 л/мин. Электролит — 0,5 М NaOH (pH 12–13), источник тока — 0–5 Вт. Модульность позволяет замену анода и мембран, адаптацию для объемов 50–200 мл.

Экспериментальные результаты

Испытания при pH 12, плотности тока 10 мА/см², температуре 25°C и потоке 0,3 л/мин показали выход Fe(VI) 78%. Эффективность очистки:

Таблица 1. Эффективность удаления загрязнителей (концентрация Fe (VI) 5 мг/л)

Загрязнитель	Время обработки, мин	Эффективность, %
Амоксициллин	30	86
Метиленовый синий	15	96
Pb ²⁺	20	95
Дрожжевые клетки	20	94

Анализ: спектрофотометрия ($\lambda=510$ нм для Fe (VI)), турбидиметрия (OD_{600} для дрожжей).

Обсуждение

Генератор превосходит аналоги (RU 2840323 C1) по экономичности (стружка снижает стоимость на 90%), гибкости (модульность для экспериментов) и безопасности (без диоксинов). Энергопотребление на 30% ниже, чем в системах с инертными анодами. Ограничения: производительность 0,5 л/ч, замена диафрагмы в минерализованных стоках. Перспективы: IoT-мониторинг и возобновляемая энергия.

Заключение

Разработанный генератор обеспечивает эффективную очистку воды с выходом Fe (VI) 78%, подтверждая потенциал для экологических приложений. Дальнейшие исследования — на деградацию микропластика и пестицидов.

Список литературы

1. Kireev S.Yu. et al. Study of the Efficiency of Using an Electrochemical Module to Generate Ferrates while Treating Wastewater from Meat Processing Plants // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2024. Vol. 58, No. 2. P. 469–474.
2. Licht S. et al. Analysis of Ferrate (VI) Compounds // J. Power Sources. 2001. Vol. 101. P. 167–176.
3. Kovalakova P. et al. Oxidation of Antibiotics by Ferrate (VI) // Chemosphere. 2021. Vol. 277. P. 130365.
4. Jiang J.Q. et al. Dual Role of Ferrate (VI) // Water Res. 2016. Vol. 98. P. 102–109.

DEVELOPMENT OF A LABORATORY FLOW-THROUGH FERRATE GENERATOR FOR WATER PURIFICATION

S.Yu. Kireev, Markina M.A., Kamardina N.V.,
Balyberdin A.S., V.A. Krylov

Penza State University, Penza, Russia

Abstract. The article is devoted to the development of a laboratory flow-through ferrate generator (Fe (VI)) for complex water purification from antibiotics, dyes, heavy metals and microorganisms. The generator provides in situ synthesis of Fe (VI) by anodic dissolution of iron shavings in an alkaline medium (pH 12–13, current density 5–15 mA/cm²). The design includes a stainless-steel body, a perforated partition and modular elements for small volumes (50–200 ml). Current yield reaches 78%, cleaning efficiency — 85–96%. The technology is economical (anode cost reduced by 90%) and environmentally safe (no toxic by-products). Prospects: IoT integration for monitoring.

Keywords: ferrates, water purification, electrochemical synthesis, iron shavings, environmental chemistry, in situ, current yield, modular design.

КОРРОЗИЯ СПЛАВА АК1 НА ОСНОВЕ ОСОБО ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ С ЛИТИЕМ

М.Р. Рахимов¹, И.Н. Ганиев², С.Э. Отаджонов¹, П.Р. Иброхимов¹, С.У. Худойбердизода²

¹ГОУ «Худжандский государственный университет имени академика Бободжона Гафурова», г. Худжанд, Республика Таджикистан, E-mail: rahimzoda.1997@mail.ru

²Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация: В работе приведены результаты исследования влияния лития на свободной коррозии сплава АК1 в среде электролита NaCl. Показано, что добавки лития в пределах 0,01 – 0,5 мас%. смещают потенциал свободной коррозии исходного сплава в положительную область.

Ключевые слова: алюминиевый сплав АК1, литий, свободной коррозии, среда электролита NaCl.

ВВЕДЕНИЕ

Алюминиевые сплавы находят широкое применение в авиационной, автомобильной и космической отраслях благодаря сочетанию высокой удельной прочности, коррозионной стойкости и хороших технологических свойств. Литий, являясь самым лёгким металлическим элементом, придаёт алюминиевым сплавам не только снижение плотности, но и улучшенные механические характеристики за счёт образования упрочняющих фаз.

Однако литий в составе алюминиевых сплавов может оказывать амбивалентное влияние на коррозионную стойкость материала. С одной стороны, он способствует образованию плотной пассивной плёнки, а с другой — увеличивает склонность к локализованным видам коррозии, особенно в агрессивных средах. Поэтому исследование процессов свободной (естественной) коррозии сплава АК1 имеет важное значение как с научной точки зрения, так и для практического применения при выборе условий эксплуатации и методов защиты. [1, 2].

Целью настоящей работы является исследование особенностей протекания свободной коррозии сплава АК1 в условиях атмосферного и контактного воздействия с модельными агрессивными средами. Работа направлена на определение факторов, определяющих коррозионное поведение данного материала, а также на установление связи между микроструктурными характеристиками сплава и его коррозионной активностью.

В настоящей работе в качестве модификатора структуры сплава АК1 (Al +0,5%Li) нами был выбран литий в пределах 0,01-0,5 мас.%. Сплавы для коррозионно - электрохимических исследований получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ с использованием алюминиевых лигатур. Из полученных сплавов отливали стержни диаметром 8мм и длиной 140мм в графитовую изложницу. Нерабочая часть образцов изолировалась смолой (смесь 50% канифоли и 50%парафина). Рабочей поверхностью служил торец электрода. Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжировали, тщательно промывали спиртом и затем погружали в электролит 0,03%, 0,3% и 3%-ного NaCl (ГОСТ 4233-77). Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянная 20°C с помощью термостата МЛШ-8. Электрохимические испытания образцов проводили потенциодинамическим методом на потенциостате ПИ-50-1.1 со скоростью развертки потенциала 2мВ/с в средах 0,03%, 0,3% и 3%-ного NaCl. Электродом сравнения служил хлорсеребряный, а вспомогательным – платиновый [3, 4]. Результаты исследования представлены на рисунке и в таблице.

Исследования показывают, что добавки лития в пределах 0,01-0,5% способствуют смещению потенциала свободной коррозии в положительную область.

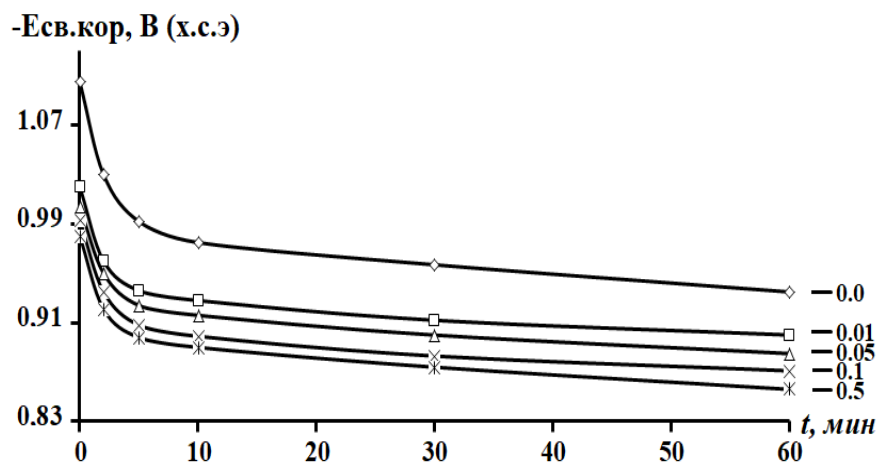


Рис. Изменение потенциала свободной коррозии во времени сплава АК1 (0.0), содержащего литием, мас.%; 0.01; 0.05; 0.1; 0.5, в среде электролита 3.0 %- ного NaCl.

Таблица. Временная зависимость потенциала (х.с.э) свободной коррозии (-Есв.кор., В) сплава АК1 от содержания лития, в среде электролита NaCl

Электролит NaCl, мас.%	Время выдержки, мин.	Содержания лития в сплаве АК1, мас.%				
		0.0	0.01	0.05	0.1	0.5
	0	1,066	0,965	0,950	0,935	0,918
	0,15	1,050	0,956	0,941	0,926	0,910
	0,2	1,036	0,950	0,935	0,920	0,904
	0,3	1,024	0,942	0,928	0,911	0,895
	0,4	1,010	0,934	0,919	0,903	0,886
	0,5	0,995	0,925	0,910	0,895	0,878
	0,6	0,981	0,915	0,901	0,887	0,869

0.3	2	0,967	0,906	0,892	0,878	0,860
	3	0,951	0,897	0,883	0,869	0,851
	4	0,935	0,889	0,875	0,860	0,843
	5	0,920	0,880	0,866	0,851	0,835
	10	0,909	0,872	0,857	0,842	0,828
	20	0,900	0,864	0,848	0,834	0,819
	30	0,893	0,857	0,840	0,827	0,810
	40	0,886	0,850	0,833	0,820	0,803
	50	0,880	0,844	0,826	0,815	0,797
	60	0,876	0,840	0,826	0,811	0,797

Проведённое исследование свободной коррозии сплава особо чистого алюминия АК1, содержащего литий позволило выявить особенности его электрохимического поведения в различных коррозионно-агрессивных средах. Установлено, что при длительном воздействии модельных электролитов сплав проявляет умеренную коррозионную активность, характерную для алюмолитиевых систем.

Таким образом, сплав АК1 обладает удовлетворительной стойкостью к свободной коррозии в условиях электролитного воздействия, однако для повышения его долговечности в агрессивных средах целесообразно применение дополнительных методов защиты — анодирования, ингибиторной обработки или лакокрасочных покрытий. Полученные данные могут быть использованы при проектировании и эксплуатации конструкций из сплава АК1 в авиационной и приборостроительной технике.

Литература

1. Григорьев С. В., Мещеряков Ю. Г., Морозов А. И. Коррозия алюминиевых и алюминий-литиевых сплавов в морской среде // Защита металлов. – 2003. – Т. 39. – № 5. – С. 472–478.
2. Шамарин А. В., Кудрявцев П. Г. Электрохимическая характеристика сплава АК1, легированного литием и скандием, в хлоридных средах // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т. 77. – № 10. – С. 1671–1676.
3. Мондольфо Л. Ф., Структура и свойства алюминиевых сплавов. Москва: Металлургия, 1979-640с.
4. Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Обидов Ф.У. Коррозия двойных сплавов алюминия с элементами периодической системы. Германия: Изд. Дом LAP LAMBERT. Academic Publishing, 2011-198с.

КОРРОЗИЯИ ХУЛАИ АК1 ДАР АСОСИ АЛЮМИНИЙИ ХОЛИС БО ИЛОВАИ ЛИТИЙ

М.Р. Раҳимов¹, И.Н. Ғаниев², С.Э. Отаҷонов¹, П.Р. Иброҳимов¹, С.У. Худойбердизода²

¹Муассисаи давлатии таълимии “Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобоҷон Ғафуров”, ш. Хучанд, Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Институти химияи ба номи В.И. Никитин, Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Тафсир: Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши таъсири литий ба коррозияи озоди хӯлаи АК1 дар муҳити электролитии NaCl оварда шудааст. Нишон дода шудааст,

ки иловаҳои литий дар ҳудуди 0,01 – 0,5 ват.% потенциали коррозияи озоди ҳулаи аспиро ба самти мусбат интиқол медиҳанд.

Калидвожаҳо: ҳулаи алюминийи AK1, литий, коррозияи озод, муҳити электролитии NaCl.

CORROSION OF AK1 ALLOY BASED ON HIGH-PURE ALUMINUM WITH LITHIUM

M.R. Rakhimov¹, I.N. Ganiev², S.E. Otadzhonov¹, P.R. Ibrokhimov¹, S.U. Khudoyberdizoda²

¹State Educational Institution “Khujand State University named after Academician Bobojon Gafurov”, Khujand, Republic of Tajikistan

²Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin, National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Abstract: The paper presents the results of a study of the effect of lithium on the free corrosion of AK1 alloy in a NaCl electrolyte environment. It is shown that lithium additives in the range of 0.01 – 0.5 wt.% shift the free corrosion potential of the original alloy to the positive region.

Key words: aluminum alloy AK1, lithium, free corrosion, NaCl electrolyte environment.



МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ОТВЕРСТИЙ В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЧЕЙКИ ХУЛЛА: ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ

С.Ю. Киреев, Р.Р. Мельзитдинов

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, Россия,
E-mail: Sergey58_79@mail.ru

Аннотация. В статье представлена методика исследования равномерности металлизации отверстий в печатных платах с использованием ячейки Хулла, моделирующей различные плотности тока. Изучено влияние концентрации блескообразующей добавки Circuposit 1000R (0,05–0,75 мл/л) и плотности тока (1,0–2,0 А/дм²) на качество медного покрытия в отверстиях диаметром 0,8–1,0 мм. Оптимальные параметры: 1,5 А и 0,5 мл/л для отверстий 1,0 и 0,9 мм, 0,75 мл/л для 0,8 мм. Низкие концентрации добавки вызывают неравномерность, высокие плотности тока — перегрузку процесса. Методика актуальна для оптимизации антикоррозионных покрытий в высоконадежных платах для аэрокосмической и медицинской отраслей.

Ключевые слова: ячейка Хулла, металлизация отверстий, гальваническое осаждение меди, блескообразующие добавки, равномерность покрытия, коррозионностойкие материалы, плотность тока.

A TECHNIQUE FOR STUDYING THE UNIFORMITY OF METALLIZATION OF HOLES IN PRINTED CIRCUIT BOARDS USING A HULL CELL: OPTIMIZATION OF COPPER DEPOSITION PARAMETERS

S.Y. Kireev, R.R. Melzitdinov
Penza State University, Penza, Russia

Abstract. The article presents a methodology for studying the uniformity of hole metallization in printed circuit boards using a Hull cell, simulating various current densities. The influence of the brightening additive Circuposit 1000R concentration (0.05–0.75 ml/L) and current density (1.0–2.0 A/dm²) on the quality of copper coating in holes with diameters of 0.8–1.0 mm was investigated. Optimal parameters: 1.5 A and 0.5 ml/L for 1.0- and 0.9-mm holes, 0.75 ml/L for 0.8 mm holes. Low additive concentrations lead to unevenness; high current densities cause process overload. The methodology is relevant for optimizing corrosion-resistant coatings in high-reliability boards for aerospace and medical applications.

Keywords: Hull cell, hole metallization, copper electroplating, brightening additives, coating uniformity, corrosion-resistant materials, current density.

Введение

Современное производство печатных плат (ПП) требует высококачественной металлизации отверстий для обеспечения надежных межслойных соединений, особенно в условиях миниатюризации (отверстия <1,0 мм). Гальваническое осаждение меди — ключевой процесс, влияющий на антикоррозионные свойства и долговечность плат [1, 2]. Неравномерность покрытия приводит к дефектам, таким как недостаточная толщина в глубине отверстий, что критично для аэрокосмической, медицинской и приборостроительной отраслей [3].

Блескообразующие добавки (например, Circuposit 1000R) улучшают адгезию и равномерность, изменяя кинетику осаждения [4, 5]. Цель исследования — оптимизация параметров осаждения для коррозионностойких покрытий с использованием ячейки Хулла, моделирующей градиент плотностей тока.

Методика эксперимента

Электролит: CuSO₄ · 5H₂O — 40 г/л, H₂SO₄ (плотность 1,84 г/см³) — 225 г/л, Circuposit 1100C — 50 мл/л, Cl[–] — 50 мг/л. Концентрация Circuposit 1000R варьировалась 0,05–0,75 мл/л. Объем — 250 мл.

Ячейка Хулла с барботажем; анод — медная пластина 50×50 мм; катод — FR-4 (1,5 мм, фольга 13 мкм, 100×70 мм) с 51 отверстием (диаметры 0,8; 0,9; 1,0 мм). Подготовка: обезжиривание, травление, активация, химическое меднение. Условия: 23±1°C, время — 10 мин, ток — 1,0; 1,5; 2,0 А.

Оценка: визуальная (3-балльная шкала); толщина на поверхности — ИНТРОМЕТ (±1 мкм); в отверстиях — микроскопия поперечного среза (вход/середина/выход). Статистическая обработка (n=3).

Результаты исследования

Данные для диаметра 1,0 мм (табл. 1). При 0,05–0,25 мл/л и любом токе качество "неудовлетворительно", толщина в середине низкая (например, 1,5 А: 8/5/7 мкм). Оптимум: 1,5 А, 0,5 мл/л — "отлично", 15/14/15 мкм. При 2,0 А равномерность падает (18/14/17 мкм).

Таблица 1. Качество и толщина медного покрытия (диаметр 1,0 мм)

Сила тока, А	Конц. 1000R, мл/л	Качество	Толщина поверхность, мкм	Толщина отверстия, мкм (вход/середина/выход)
1,0	0,05	Неуд.	15±2	5/3/4
1,5	0,5	Отл.	26±1	15/14/15
2,0	0,75	Хорошо	33±1	18/14/17

Аналогично для 0,9 мм (оптимум 1,5 А, 0,5 мл/л: 14/13/14 мкм) и 0,8 мм (1,5 А, 0,75 мл/л: 14/13/14 мкм). С уменьшением диаметра неравномерность растет из-за диффузионных ограничений.

Анализ результатов

Низкие концентрации добавки (0,05–0,25 мл/л) вызывают матовость и дефекты в глубине, особенно при 1,0 А (толщина <5 мкм в середине). Увеличение до 0,5 мл/л улучшает нуклеацию, обеспечивая блеск и равномерность [6].

Плотность 1,5 А оптимальна: баланс кинетики и диффузии. При 2,0 А — перегрузка, адсорбция добавок нарушается, толщина на краях > в середине на 20–30%.

Для коррозионностойкости равномерность критически важна: неравномерное покрытие ускоряет локальную коррозию [7]. Оптимизация снижает брак на 15–20% в производстве.

Заключение

Методика с ячейкой Хулла эффективна для моделирования и оптимизации металлизации. Рекомендуемые параметры обеспечивают коррозионностойкие покрытия для высоконадежных ПП. Перспективы: изучение импульсных режимов и альтернативных добавок.

Литература

1. Sudarsan S. et al. Survey of diverse hydrometallurgy techniques... // Int. J. Environ. Sci. Technol. 2025. Vol. 22. No. 2. P. 1263–1282.
2. Najjar E.H. et al. Method of electroplating uniform copper layer... // Patent USA EP2465976A1.
3. Тимошин А.А. Технология изготовления печатных плат // Научный лидер. 2023. № 5 (103).
4. Брусницына Л.А., Степановских Е.И. Технология изготовления печатных плат. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. 200 с.
5. Медведев А.М. Печатные платы // Конструкции и материалы. М.: Техносфера, 2005. С. 302.
6. Щербакова А.В. et al. Получение равномерного медного покрытия... // Инновационные материалы и технологии — 2024. Минск: БГТУ, 2024. С. 320–323.
7. Ляйзинг Г., Штар Й. Тенденции развития печатных плат // Технологии в электронной промышленности. 2005. Т. 5. № 5. С. 4–8.



ВЛИЯНИЕ ХРОМА НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ЦА15, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Мухидинова М.М., Рахимзода Ф.А.

Национальной Академии наук Таджикистана, г. Душанбе, Республика

Таджикистан, E-mail: r.f.a-040891@bk.ru

Аннотация. Термогравиметрическим методом исследовано взаимодействие сплава ЦА15, легированного хромом, с кислородом воздуха в интервале температур 523–623 К в твёрдом состоянии. Определены кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплавов. Показано, что добавки хрома в пределах 0,01–1,0 мас. % несколько снижают окисляемость исходного сплава. Продуктами окисления являются оксиды ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , а также комплексные соединения типа $ZnO \cdot Cr_2O_3$, изменяющие структуру и защитные свойства оксидной плёнки.

Ключевые слова: сплав ЦА15, термогравиметрический метод, кинетика окисления, энергия активации, хром.

Цинковый сплав ЦА15 представляет собой высококачественный материал системы Zn-Al с повышенным содержанием алюминия (около 15%), широко применяемый в металлургической промышленности для получения точных отливок методом литья под давлением.

Цель настоящей работы это исследование влияние добавок хрома на кинетику окисления цинкового сплава ЦА15, в твердом состоянии. Для решения поставленной задачи применяли метод термогравиметрии с непрерывным взвешиванием образцов.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Для исследования влияние добавок хрома на кинетику окисления цинкового сплава ЦА15, в твердом состоянии сплавы с литием весом 10 г получены в вакуумной печи сопротивления типа СНВЭ-1.3.1/16ИЗ в атмосфере инертного газа под избыточным давлением 0,15 МПа в тиглях из оксида алюминия. Сплавы для исследования получали из цинка марки ХЧ

(гранулированного) (ГОСТ: 24231-80), алюминия марки А7 (ГОСТ: 11069-2001) и его легированной смеси с хромом марки ХЧ (ГОСТ: 4459-78). Лигатуры алюминия с хромом (по 2 мас.% Cr) предварительно получали в вакуумной печи сопротивления. Образцы исследуемых сплавов синтезировали в корундовых тиглях из Al_2O_3 в шахтной печи электрического сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 650-750 °С. Шихты из образцов синтезируемых сплавов взвешивали на весах марки АРВ-200 с достоверностью $0.1 \cdot 10^{-4}$ кг. После выдержки до 35 минут при нужной температуре, расплав тщательно перемешивали и отливали сплавов. Образцы сплавов перед опытом очищали от формирующегося оксида на поверхности. Подробная методика исследования кинетики окисления сплавов приведены в работах [1-4].

Исследование влияние добавок хрома на кинетику окисления цинкового сплава ЦА15 проводили в атмосфере воздуха при температурах 523, 573 и 623 К. Результаты исследования представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Кинетические и энергетические параметры процесса окисления цинкового сплава ЦА15, легированного хромом, в твердом состоянии

Содержание хрома в сплаве Zn15Al, мас.%	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^4$, $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$	Кажущаяся энергия активации, кДж/моль
0.0	523	1.87	138.8
	573	2.05	
	623	2.36	
0.01	523	2.00	134.1
	573	2.31	
	623	2.60	
0.05	523	2.06	130.0
	573	2.39	
	623	2.69	
0.1	523	2.19	125.5
	573	2.48	
	623	2.75	
0.5	523	2.33	121.9
	573	2.59	
	623	2.82	

При исследовании кинетики окисления цинкового сплава марки ЦА15 в твёрдом агрегатном состоянии установлено, что на начальной стадии процесса образование оксидной плёнки происходит сравнительно медленно. По мере увеличения времени и температуры наблюдается рост скорости окисления, однако к 15–20 минутам удельная масса образца стабилизируется, выходя на постоянный уровень.

Кинетические зависимости для сплава ЦА15, легированного 0,5 мас. % хрома, представлены на рисунке 1г. Данный материал подвергался окислению при температурах 523 К, 573 К и 623 К. Истинные значения скорости окисления при температурных режимах 523 К и 623 К составили $2,33 \cdot 10^{-4}$ и $2,82 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$, соответственно. Для данного состава энергетический барьер окисления, определённый в виде кажущейся энергии активации, оказался равен 121,9 кДж/моль.

Таблица 2. Полиномы квадратичных кинетических кривых окисления цинкового сплава ЦА15 с хромом, в твёрдом состоянии

Содержание хрома в сплаве Zn15Al, мас. %	Температура окисления, К	Полиномы кривых окисления сплавов	Коэффициент регрессии, R^2
0.0	523	$y^* = -0,5 \cdot 10^{-1}x^3 - 1,2 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,591x^*$	0,992
	573	$y = -0,5 \cdot 10^{-3}x^3 - 1,5 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,694x$	0,995
	623	$y = -0,5 \cdot 10^{-5}x^3 - 2,4 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,874x$	0,994
0.01	523	$y = -0,5 \cdot 10^{-2}x^3 - 0,8 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,686x$	0,987
	573	$y = -0,5 \cdot 10^{-1}x^3 - 1,9 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,863x$	0,991
	623	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^3 - 4,4 \cdot 10^{-2}x^2 + 1,159x$	0,992
0.05	523	$y = -0,5 \cdot 10^{-3}x^3 - 1 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,761x$	0,986
	573	$y = -0,5 \cdot 10^{-2}x^3 - 2,1 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,925x$	0,990
	623	$y = -0,5 \cdot 10^{-5}x^3 - 3,6 \cdot 10^{-2}x^2 + 1,143x$	0,991
0.1	523	$y = -0,5 \cdot 10^{-5}x^3 - 1,7 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,851x$	0,987
	573	$y = -0,5 \cdot 10^{-4}x^3 - 2,9 \cdot 10^{-2}x^2 + 1,031x$	0,990
	623	$y = -0,5 \cdot 10^{-2}x^3 - 5 \cdot 10^{-2}x^2 + 1,298x$	0,992
0.5	523	$y = -0,5 \cdot 10^{-3}x^3 - 1,9 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,906x$	0,987
	573	$y = -0,5 \cdot 10^{-1}x^3 - 3,7 \cdot 10^{-2}x^2 + 1,143x$	0,991
	623	$y = -0,5 \cdot 10^{-6}x^3 - 5,7 \cdot 10^{-2}x^2 + 1,396x$	0,994
Примечание: y^* - привесь массы образцов; x^* - продолжительность времени			

Заключение. При высокотемпературном воздействии на металлы происходит формирование оксидной плёнки или окалина на поверхности, которая определяет механизм окисления. Характер процесса зависит от плотности оксидного слоя.

Термогравиметрические исследования показали, что легирование цинкового сплава ЦА15 хромом приводит к увеличению скорости окисления. При этом кажущаяся энергия активации окисления сплавов уменьшается с 138,8 до 121,9 кДж/моль. Скорость окисления данных сплавов составляет примерно 10^{-4} кг·м⁻²·с⁻¹.

Литература

1. Kiliççeker G., Galip H. The influences of glucose on corrosion behaviour of copper in chloride solution // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. - 2009. -V. 45. -№ 2. -P. 232-240.
2. Хахимов И.Б., Рахимов Ф.А., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Кинетика окисления и анодное поведение сплава Zn22Al, легированного никелем // Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. 2021. Т. 64. № 6. С. 35-40.
3. Ганиев И.Н., Якубов У.Ш., Хахимов А.Х., Джайлоев Д.Х. Кинетика окисления алюминиевого сплава АЖ5К10, модифицированного кальцием, в твердом состоянии // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. -2020. -№ 3. -С. 172-181.
4. Худойбердизода С.У., Ганиев И.Н., Джайлоев Д.Х., Муллоева Н.М., Рахимов Ф.А. Влияние меди на кинетику окисления свинцово - сурьмяного сплава ССУЗ в твердом состоянии // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. 2020. № 2-1 (72). С. 60-65.

ТАЪСИРИ ХРОМ БА КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХӮЛАИ РУҲ-АЛЮМИНИИ ЦА15 ДАР ХОЛАТИ САХТИ

М.М. Мухидинова., Ф.А. Рахимзода.

Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аннотатсия. Бо усули термогравиметрӣ ҳӯлаи ЦА15, ки бо хром ҷавҳаронида шудааст, бо оксигени ҳаво дар диапазони ҳарорати 523–623 К дар

ҳолати сахт омӯхта шуд. Параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии ҳӯлаҳо муайян карда шуданд. Нишон дода шуд, ки илова намудани хром дар ҳудуди 0,01–1,0 % мас. то андозаи оксидшавии ҳӯлаи аслиро коҳиш медиҳад. Маҳсулоти оксидшавӣ оксидҳои ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , инчунин пайвастиҳои мураккаби навъи $ZnO \cdot Cr_2O_3$ мебошанд, ки сохтор ва хосиятҳои муҳофизатии плёнкаи оксидиро тағйир медиҳанд.

Калидвожаҳо: Ҳӯлаи ЦА15, усули термогравиметрӣ, кинетикаи оксидшавӣ, энергияи фаъол, хром.

EFFECT OF CHROMIUM ON THE OXIDATION KINETICS OF Zn–AL ALLOY ZnAl5 IN THE SOLID STATE

M.M. Muhidinova., F.A. Rahimzoda.

National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Abstract. The interaction of the CA15 zinc–aluminum alloy, alloyed with chromium, with atmospheric oxygen in the solid state was studied using the thermogravimetric method in the temperature range of 523–623 K. The kinetic and energetic parameters of the oxidation process were determined. It was shown that the addition of chromium in the range of 0.01–1.0 wt.% slightly reduces the oxidation rate of the base alloy. The oxidation products include ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , as well as complex compounds of the $ZnO \cdot Cr_2O_3$ type, which alter the structure and protective properties of the oxide film.

Keywords: zinc alloy CA15, chromium, thermogravimetric method, oxidation kinetics, true oxidation rate, activation energy.

.....

Ба матбаа супорида шуд 15.10.2025.

Ба чопаш 17.10.2025.имзо шуд.

Қоғази офсетӣ.Хуруфи адабӣ.

Гарнитура Times New Roman Tj.

Теъдод 100

Матбааи ЧДММ “Сармад-Компания”
ш.Душанбе, кӯчаи Лохутӣ, 6 гузаргоҳи 1