

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе

МАТЕРИАЛЫ

*Х-ой научно-практической конференции
«Ломоносовские чтения»,
посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне
(1941-1945 гг.).
(25-26 сентября 2020г.)
Ч.1. Естественные науки*

УДК 001.9 (47+57)

ББК 72.3

М - 11

Материалы X-ой научно-практической конференции «Ломоносовские чтения», посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941-1945 гг.). (25-26 сентября 2020г.), 2020г., Ч. I. (Естественные науки). - 185 стр.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Мазей Ю.А., Демидович П.Н., Мирзоев С.Х., Широков В.Н., Одинабеков Дж.М., Сабилова С.Г., Махмадрасулов Б.С.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Абдукаримов М.Ф., Умарова Т.М., Анварзода С.А., Балхова С.Я., Казиджанова Н.М., Давлятов А.Д., Рахматова Ш.И., Салихов Ф.С., Раджабова Г.С., Негматзаде Ф.Т.

В сборнике представлены материалы, включённые в программу X-ой научно-практической конференции «Ломоносовские чтения», посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941-1945 гг.), проходившей 25-26 сентября 2020г. в Филиале МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе. Данный сборник знакомит с современным состоянием научных исследований по различным направлениям и предназначен для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА

1. **Абдукаримов М.Ф.** *О разрешимости некоторых комбинированных смешанных задач*..... 6
2. **Ганиева Н.Д.** *Критерии эффективности систем электронного документооборота*..... 9
3. **Ганиева Н.Д., Ли И.Р.** *Критерии выбора и этапы установки СЭД*..... 13
4. **Гольдина В.Д.** *Оценки вторичных течений в турбулентном потоке*.... 17
5. **Mirzoeva F.M., Shoziyoyeva A.P., Shoziyoev G.P.** *The serpinsky carpet, menger sponge and areas of geometric fractals' application*..... 20
6. **Одинабеков Д.М.** *О нетеровости и индексе некоторых классов двумерных интегральных операторов*..... 23
7. **Усманов Т.Ф., Шин В.В.** *Обеспечение взаимодействия между базами данных 1С*..... 26
8. **Юсупов Г.А., Рахимова М.** *Минимизация констант в неравенствах Джексона – Стечкина и значения поперечников некоторых классов функций*..... 32

ХИМИЯ, ФИЗИКА

9. **Аминов Ф.М., Алиев Дж.Н., Ганиев И.Н.** *Окисление кислородом газовой фазы цинкового сплава $Zn_{50}Al$ с титаном, в твёрдом состоянии*..... 37
10. **Ашурматов Д.Т., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф., Гулов С.С.** *Температурная зависимость теплоёмкости и изменение термодинамических функции алюминиевого сплава АК9М2*..... 41
11. **Ахроров А.Ю., Мухаммадалиев К., Бердоносков П.С., Козлякова Е.С., Холов А.А.** *$Fe_2O(SeO_3)_2$, $Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O_5]Cl$: синтез, кристаллическая структура и магнитные характеристики*..... 46
12. **Каримова М.О., Мухидинов З.К.** *Получение эмульсионной микрокапсулы на основе серицина и низкометилированного пектина*..... 48
13. **Ойматова Х.Х., Сафаров Ш.Р., Рафиев С.С., Сафаров М.М.** *Влияние нанопорошка гидразина на изменение адсорбционных свойств тернарных систем в процессе увлажнения паров воды при комнатной температуре*...53
14. **Раджабов А.Р., Тымеркаев Б.А., Назарзода Х.Х., Сафаров М.М.** *Исследование поверхностного натяжения системы касторового масла и бензола при различном времени растворения*..... 58
15. **Рафиева Ш., Рахмонова А., Умархон М., Халиков Ш.Х.** *Синтез и исследование фуллерен C_{60} - $(Gly - ONa + LArg - ONa + LVal - ONa)_n$ и C_{60} - $(Gly - ONa + LArg - ONa + LSer - ONa)_n$* 62
16. **Ташбаев Г.А.** *Исследование реакции акрилонитрила с о-хинодиметана из производных 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксида*..... 66

17. **Ташбаев Г.А., Шохимардонов К.** Реакции 5-ацетиламинобензо[с]тиофен 2,2-диоксида с электрофильными реагентами..... 68
18. **Темирова М. А.** Определение оптических параметров плёнок ниобата лития методом спектрофотометрии..... 69
19. **Тиллобоев Х.И., Хакимходжаев С.Н, Якубова Д.М., Муллоева П.Т.** Основные проблемы оценки массопереноса радона на хвостохранилище радиоактивных отходов..... 73
20. **Холов Х.И., Зарифова М.С., Самихов Ш.Р., Квятковская Л.В.** Исследование кинетики ацетилтиомочевинного выщелачивания золота из хвостов флотации в присутствии серной кислоты и трёхвалентного сульфата железа..... 77
21. **Холова С.С., Умарова Т.М.** Синтез и металлографические исследования сплавов системы Al—In, легированных празеодимом..... 83
22. **Шарипова Х.Ш., Факеров Г.М., Эркаев А.У., Мирзоев Б.** Способ получения гуминовых кислот и органоминеральных удобрений из углей Фан-Ягнобского месторождения..... 88
23. **Эсанов Н.Р., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х., Умарова Т.М.** Анодное поведение алюминиево – железозового сплава АЖ 2.18 с самарием, в среде электролита NaCl..... 93

ГЕОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ

24. **Абдурасулова Н.А., Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А.** Исследование пылевого вторжения 23 сентября 2019г..... 100
25. **Артамонова Н.Б., Шешенин С.В., Фролова Ю.В., Новиков П.В., Орлов Е.А., Кузнецов Р.А.** Применение асимптотического метода осреднения для оценки эффективных свойств грунтов.....102
26. **Бабасов А.Г., Кан А.Н., Ефименко С.А., Блялова Г.Г.** Переработка лежалых хвостов, как вариант дозагрузки карагайлинской обогатительной фабрики ТОО «Корпорация Казахмыс»..... 107
27. **Барыкина О.С.** О методах изучения разрывных нарушений в инженерной геологии..... 112
28. **Блялова Г. Г., Юн Р.В., Кан А.Н., Абдрахманова З.Т., Ефименко С.А.** О возможности прямых определений содержания золота EDXRF методом в золоторудном сырье..... 116
29. **Джимбоева Д. Ф., Магдиев М.М.** Гравитационные отложения Таджикистана: характеристика, генезис и научно-прикладное значение.121
30. **Жигалин А.Д., Архипова Е.В.** Актуализация методики преподавания специальных дисциплин. Геофизическая экология..... 127
31. **Киселев Г.Н.** Значение музейных коллекций силурийских цефалопод Южного Тянь-Шаня для стандартизации региональных стратиграфических схем (international stratigraphical charts) силура Таджикистана..... 130
32. **Королёв В.А.** Влагодперенос в лёссовых грунтах Таджикистана..... 134
33. **Махмудов А.Н., Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А.,**

	Джурраев А.М. Мониторинг аэрозольной оптической толщины атмосферы.....	135
34.	Муртазаев Х., Абдуллаев С. Ф., Рахматов М. Н. Радиологическая ситуация некоторых площадей левобережной части реки Сырдарья.....	141
35.	Murtazoev. Kh., A. Murtazoev., Abdullaev S.F., Rakhmatov M. Determination of the micro-quantity of heavy elements in samples of the biosphere of north Tajikistan.....	147
36.	Пензев А.П. Опыт закрепления флювиогляциальных песков, модифицированным раствором коллоидного кремнезема.....	150
37.	Рахматов М. Н., Абдуллаев С. Ф., Маслов В. А. Геохимическая оценка загрязнения тяжёлыми металлами почв Согдийской области.....	154
38.	Рахматов М. Н., Абдуллаев С. Ф., Маслов В. А. Содержание свинца в почвах разных регионов мира.....	158
39.	Рахматова Ш.И., Норова Н. Состояние ледников и их влияние на аграрный сектор Республики Таджикистан.....	163
40.	Титова Л. А. Трансформация зеленой инфраструктуры в постсоветских столицах Центральной Азии в 1992-2018 гг.....	165
41.	Трофимов В.Т., Харькина М.А., Жигалин А.Д. Роль геологических знаний в развитии современного содержания экологии.....	169
42.	Халифаева Ш. Х., Абдуллаев С. Ф., Маслов В. А. Вариации тяжелых металлов в составе атмосферной пыли южной и центральной частей Таджикистана.....	173
43.	Хасанов Ш.М., Магдиев М.М. Характеристика состава и строения аллювиальных песков правобережной поймы реки Душанбинка в центральной части города Душанбе.....	177
44.	Шарипов С.Р., Абдуллаев С.Ф., Фомба К.В., Мюллер К, Маслов В.А., Муллоев Н.У., Мадвалиев У. Вариации анионных компонентов атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана.....	180
45.	Шодиев Ш.Ш., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А. Вариации содержания CO ₂ , CO и NO ₂ в атмосфере Таджикистана.....	182

УДК 517.958

О РАЗРЕШИМОСТИ НЕКОТОРЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СМЕШАННЫХ ЗАДАЧ

Абдукаримов М.Ф.

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе (г.Душанбе, РТ)

mahmadsalim_86@mail.ru

***Аннотация.** В работе исследуются некоторые смешанные задачи для телеграфного уравнения с переменным коэффициентом. При выполнении определенных условий доказана разрешимость рассматриваемых смешанных задач. Помимо разрешимости в работе обосновано решение изучаемых задач устойчиво по отношению к аддитивному возмущению коэффициента, а также относительно граничных условий.*

***Ключевые слова:** телеграфное уравнение, смешанная задача, разрешимость, обобщенное решение, устойчивость.*

ON SOLVABILITY OF ONE COMBINED MIXED PROBLEM FOR A TELEGRAPHIC EQUATION WITH A VARIABLE COEFFICIENT

***Annotation.** This paper investigates some mixed problems for a variable-coefficient telegraph equation. Under certain conditions, the solvability of the mixed problems under consideration is proved. In addition to solvability, it is substantiated in the work that the solution of the problems under study is stable with respect to the additive perturbation of the coefficient, as well as with respect to the boundary conditions.*

***Keywords:** telegraph equation, mixed problem, solvability, generalized solution, stability.*

В замкнутом прямоугольнике $Q_T = (0 \leq x \leq l) \times (0 \leq t \leq T)$ рассмотрим следующую комбинированную смешанную задачу:

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} - q(x,t)u(x,t) = f(x,t), \quad 0 < x < l, \quad 0 < t < T, \quad (1)$$

$$u(0,t) = \mu(t), \quad \frac{\partial u(l,t)}{\partial x} = \nu(t) \quad \text{при} \quad 0 \leq t \leq T, \quad (2)$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = \psi(x) \quad \text{при} \quad 0 \leq x \leq l, \quad (3)$$

в которой $\varphi(x) \in W_2^1[0, l]$, $\psi(x) \in L_2[0, l]$, $q(x,t), f(x,t) \in L_2(Q_T)$, $\mu(t) \in W_2^1[0, T]$, $\nu(t) \in L_2[0, T]$ и выполнено условие согласования $\mu(0) = \varphi(0)$.

Решение полученной смешанной задачи (1) - (3) будем понимать в обобщенном смысле и определим с помощью предложенных в [1] классов $\widehat{W}_2^1(Q_T)$ и $\widehat{W}_2^2(Q_T)$.

Определение. Обобщенным решением из класса $\widehat{W}_2^1(Q_T)$ смешанной задачи (1)-(3) назовем такую функцию $u(x,t) \in \widehat{W}_2^1(Q_T)$, удовлетворяющую интегральному тождеству

$$\int_0^l \int_0^T u(x,t) \left[\frac{\partial^2 \Phi(x,t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \Phi(x,t)}{\partial x^2} - q(x,t)\Phi(x,t) \right] dxdt + \int_0^l \varphi(x) \frac{\partial \Phi(x,0)}{\partial t} dx - \int_0^l \psi(x)\Phi(x,0) dx - \int_0^T \mu(t) \frac{\partial \Phi(0,t)}{\partial x} dt - \int_0^T \nu(t)\Phi(l,t) dt = \int_0^l \int_0^T f(x,t)\Phi(x,t) dxdt \quad (4)$$

для любой пробной функции $\Phi(x,t) \in \widehat{W}_2^2(Q_T)$, подчиненной условиям

$$\Phi(0,t) = \frac{\partial \Phi(l,t)}{\partial x} \equiv 0 \text{ при } 0 \leq t \leq T \text{ и условиям } \Phi(x,T) = \frac{\partial \Phi(x,T)}{\partial t} \equiv 0 \text{ при } 0 \leq x \leq l.$$

Отметим, что сходные вопросы, которые касаются разрешимости слабо обобщенных решений гиперболических уравнений, рассматриваются также в работе [3, с.163-165]. В монографии [4, с. 232] теорема единственности доказывается при выполнении некоторых дополнительных условий на гладкость коэффициента, а в статьях [5, 6] – для ограниченного и измеримого коэффициента. Если коэффициент не зависит от переменной t , то для доказательства теоремы единственности можно использовать спектральный метод, предложенный в [2]. Аналогичная задача была изучена в работе [7] для случая, когда на границах заданы условия Неймана.

Без потери общности, в дальнейшем рассмотрим смешанную задачу (1)-(3), в которой $\varphi(x) \equiv 0$ на сегменте $[0,l]$, $\psi(x)$ - нулевой элемент класса $L_2[0,l]$, а $\mu(t)$ и $\nu(t)$ являются произвольными функциями соответственно из классов $W_2^1[0,T]$ и $L_2[0,T]$.

Главным результатом данной работы является следующее:

Теорема 1. Пусть $T \leq l$ и $q(x,t), f(x,t) \in L_2(Q_T)$. Тогда смешанная задача (1)-(3) имеет ограниченное обобщенное решение $u(x,t)$, причём если $f(x,t) \equiv 0$, то

$$u(x,t) \equiv 0 \text{ в области } \left\{ (x,t) : 0 \leq t \leq \frac{l}{2}, t \leq x \leq l-t \right\} \cap Q_T.$$

Из процесса доказательства теоремы 1 вытекает следующее:

Следствие 1. Пусть функция $u^*(x,t)$ является решением смешанной задачи (1) – (3) с нулевым коэффициентом и функция $u(x,t)$ – решение общей задачи. Тогда имеет место оценка

$$\|u - u^*\|_{W_2^1(Q_T)} \leq C \|q\|_{L_2(Q_T)},$$

где константа C не зависит от нормы функции $q(x,t)$, которая свидетельствует об устойчивости решения рассматриваемой смешанной задачи по отношению к аддитивному возмущению $q(x,t)u(x,t)$ в уравнении (1) с суммируемым коэффициентом $q(x,t)$.

Следствие 2. Справедлива оценка

$$\sup_{(x,t) \in Q_T} |u(x,t)| \leq C_1 \left(\sup_{t \in [0,T]} |\mu(t)| + \|v\|_{L_2[0,T]} + \|f\|_{L_2(Q_T)} \right),$$

равномерная по всем $q(x,t)$: $\|q\|_{L_2(Q_T)} \leq \gamma$ (тем самым, $C_1 = C_1(\gamma) > 0$).

Это оценка свидетельствует об устойчивости полученного решения относительно граничных условий и правой части уравнения (1).

Из тождества (4), теоремы 1 и схемы рассуждений, изложенной в статье [8] при доказательстве теоремы 3, вытекает следующее:

Теорема 2. Пусть $T \leq l$ и $q(x,t) \in L_2(Q_T)$. Тогда смешанная задача (1)-(3) не может иметь более одного решения из класса $\hat{W}_2^1(Q_T)$.

Замечание 1. Аналогичные результаты можно получить для уравнения (1) с краевыми условиями (2) и финальными условиями $u(x,T) = \varphi_1(x)$, $\frac{\partial u(x,T)}{\partial t} = \psi_1(x)$ при $0 \leq x \leq l$, а также для уравнения (1) с краевыми условиями $u_x(0,t) = \mu(t)$, $u(l,t) = v(t)$ при $0 \leq t \leq T$ и начальными условиями (3) или приведенными финальными условиями.

Замечание 2. Полученные результаты используются для изучения соответствующих задач граничного управления для телеграфного уравнения с переменным коэффициентом (1) [9].

Литература

1. Ильин В.А. Граничное управление процессом колебаний на двух концах в терминах обобщенного решения волнового уравнения с конечной энергией. Дифференциальные уравнения. 2000. Т. 36, №11. - С. 1513-1528.
2. Ильин В.А. Избранные труды. Т. 2. М.: МАКС Пресс, 2008. 692 с.
3. Лионс Ж. Л. Управление сингулярными распределенными системами. М.: Наука, 1987.
4. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. М.: Наука, 1973.
5. Крицков Л.В., Абдукаримов М.Ф. Граничное управление смещением на одном конце при свободном втором для процесса, описываемого телеграфным уравнением с переменным коэффициентом. Доклады Академии наук. 2013. Т. 450, № 6. С. 640-643.
6. Абдукаримов М.Ф., Крицков Л.В. Задача граничного управления для одномерного уравнения Клейна-Гордона-Фока с переменным коэффициентом. Случай управления смещениями на двух концах. Дифференциальные уравнения. 2013. Т. 49, № 8. С. 1036-1046.
7. Абдукаримов М.Ф. Об устойчивости решения одной смешанной задачи для телеграфного уравнения. Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук. 2017. № 1/5. - С. 116-122.

8. Крицков Л. В. О задачах граничного управления для уравнения Клейна-Гордона-Фока с суммируемым коэффициентом. Дифференциальные уравнения. 2015. Т. 51, №5. С. 688-701.
9. Абдукаримов М.Ф. Некоторые задачи граничного управления для телеграфного уравнения с переменным коэффициентом. Душанбе: Эр-Граф, 2018.

УДК 669.713. 7

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Ганиева Н.Д.

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе (г. Душанбе, РТ)

***Аннотация.** Современные компании и организации борются с большим количеством документов, которые необходимо контролировать. Многие организации сталкиваются с проблемами безопасности и потери документов. Для решения проблем, описанных выше, есть Электронная Система Документооборота (СЭД), которая обеспечивает управление документами в электронном формате. СЭД повышают производительность, снижают эксплуатационные расходы и эффективно передают информацию в организациях, которые внедрили эту систему.*

***Ключевые слова:** Электронный документооборот, документы, бизнес-процессы*

ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEM

***Abstract.** The modern Companies and Organizations are struggling with a large number of documents, which necessary to be controlled. Lots of organizations face security and loss of documents issues. To solve above-mentioned problems, there are Electronic Document Management Systems (EDMS), which provide control and management documents in electronic format. The Organizations which has implemented EDMS, increase productivity, reduce operation costs and effective transfer of information.*

***Keywords:** Electronic document management, documents, business process.*

Введение. Для повышения производительности, государственные и исследовательские учреждения, а также частные предприятия предоставляют и контролируют свои отчеты в различных Системах Электронного Документооборота (СЭД). Система Электронного Документооборота - это использование компьютерных систем и программного обеспечения для хранения, управления и отслеживания электронных документов. Также, СЭД можно определить, как простую и эффективную систему, которая легко используется менеджерами и другими работниками для экономии их усилий и времени на обработку, хранение, координацию, извлечение и обмена информацией между ними.

Управление документами в физическом формате.

В наши дни очень важна организация и архивация документов и управление документами. До выпуска программного обеспечения, позволяющего управлять электронными документами, они администрировались в физической форме (на

бумаге). Одними из главных минусов в использовании классических методов управления документами в физической форме являются:

- время, необходимое для хранения, управление и поиск документов;
- безопасность;
- уничтожение или потеря документов;
- большое количество мест занимают документы в физической форме.

Управление документами в электронном формате

Система Электронного Документооборота(СЭД) оптимизирует рабочие процессы и помогает оптимизировать бизнес-операции. Использование СЭД в организациях имеет много положительных сторон:

- совершенствование рабочего процесса;
- ускорение административной деятельности;
- оптимизация рабочих процессов [1].

среди преимуществ СЭД можно выделить следующие:

Защита документов. Пользователи могут просматривать онлайн-документы на сервере, используя только виртуальный адрес. Физический адрес доступен только людям, которые имеют разрешение/права на эту операцию. Так обеспечивается безопасность документов.

Быстрый поиск и доступ к документам: получение документов в физической форме является проблемой при их большом объеме. Программное обеспечение позволяет нам легко сохранять и систематизировать их с помощью индексации.

Экономические и экологические преимущества: документы в физической форме потребляют драгоценные ресурсы, такие как чернила, бумага и время работников. Электронная система не требует ресурсов, поэтому экономические и экологические выгоды заметны.

Социальная ответственность: благодаря хранению информации и электронных данных сокращается потребление бумаги, тонера и чернил, которые представляют угрозу для окружающей среды. Таким образом, компании делают большой шаг к защите окружающей среды на нашей планете.

СЭД на примере «Дело» и Directum

«Дело» - система, ориентированная на автоматизацию документооборота (от создания документа до передачи на архивное хранение) с возможностью сквозной автоматизации документооборота территориально-распределенных компаний, поддерживающая интеграцию с существующими информационными системами предприятия [2].

Среди преимуществ, предлагаемых «Дело»:

- эффективное управление большим количеством информации;
- Защита документов, минимизация риска повреждения, уничтожение или потеря данных;
- доступ к данным с любого устройства в любом месте с использованием Интернета;
- сокращение времени поиска данных;
- сокращение эксплуатационных расходов, связанных с созданием, хранением, управлением и доступом к информации.

Система Directum соответствует концепции ECM (Enterprise Content Management) и поддерживает полный жизненный цикл управления документами, а также помогает оптимизировать работу с электронными документами и бизнес-процессами [3].

Преимущества использования Directum:

- защита конфиденциальных данных;
- каждый документ может иметь неограниченное количество версий;
- быстрый и легкий доступ к документам;
- интеграция с Microsoft Outlook;
- возможность хранить документы как в базе-данных SQL-сервера, так и в файловых хранилищах;
- поддержка Веб-клиента.

Функции сканирования: преобразование отсканированных документов в PDF-файлы, сканирование и сохранение документов в форматах PDF, PNG, GIF, BMP, TIFF, JPG.

В наши дни СЭД обладают большой функциональностью. Некоторые функции СЭД приведены ниже:

Расширенный поиск - позволяет пользователям искать и находить файлы простым и быстрым способом. Документы можно искать по имени, автору, типу документа или другим атрибутам.

Управление версиями - позволяет просматривать и редактировать несколько версий документов. Вы можете видеть, кто изменил файл, что было изменено в файле, а также дату.

Индексирование - при индексировании документы связываются тегами, которые используются для поиска и извлечение файлов. Таким образом, если пользователь забывает, где был сохранен документ, он может получить на основе поиска по заданным тегам.

Метаданные - содержат информацию о файле, включая имя и размер файла, дату его создания, имя автора, изменения, теги или другие комментарии [4]. Метаданные используются для индексации и помогают быстро и эффективно находить и извлекать документы.

Безопасность - безопасность жизненно важна для СЭД. Права доступа для просмотра, изменения и удаления документов или папок различны для пользователей. Таким образом, некоторые пользователи имеют право только просматривать, другие могут изменять / удалять файлы, а остальные пользователи вообще не могут получить к нему доступ. Это право предоставляется высшим пользователем - «Администратор».

Сканирование и архивирование OCR включает в себя преобразование рукописных или печатных документов в электронном формате. Таким образом, документы сканируются и впоследствии преобразуются в файлы, сохраненные в СЭД.

Предложение. Главная цель нашей работы - предложить новую архитектуру СЭД, которая позволит пользователям быстро и легко хранить, получать доступ и изменять информацию. Отправной точкой этой научной работы является

анализ некоторых готовых решений в области СЭД, которые позволяют получить общее представление о рабочих методологиях и недостатках этих систем.

Мы предлагаем новую систему, которая состоит из 4 уровней:

Уровень 1 содержит общую структуру, разделенную на три основные части: клиент, приложения, инфраструктура.

Уровень 2 ориентирован на управление структурой и имеет модули информации, структурированные следующим образом: документы, записи, веб-контент, базы данных и изображения.

Уровень 3 представляет серию рабочих практик в хронологическом порядке и часто используется, чтобы иметь возможность визуально отобразить эти практики в нашей системе.

Уровень 4 описывает краткий план типичного рабочего процесса. Он предназначен для освещения основных этапов жизненного цикла компании и того, как другие модули интегрируются с каждым из них.

Вывод.

Следует отметить, что использование Системы Электронного Документооборота приводит к повышению производительности, снижению эксплуатационных расходов и передаче информации в очень короткое время в различных организациях. Эффективное использование систем СЭД в компании или учебной организации обеспечивает безопасность, точность и доступность данных. Это важный шаг для повышения эффективности работы в организации.

Литература

1. Умалатова Л.М. Обзор российского рынка систем электронного документооборота, Международный научно-технический журнал «Теория. Практика. Инновации», р. 2, апрель 2018.
2. Системы, Электронные Офисные, «Каталог продуктов СЭД,» [В Интернете]. Available: <http://www.docflow.ru/market/products/detail.php?ID=15652>.
3. Directum, Компания, «Workflow и Enterprise Content Management (ECM): что это такое?,» 2010. [В Интернете]. Available: <https://www.directum.ru/blog-post/866>.
4. В.Ф.С. Информатика. Новый систематизированный словарь-справочник (Вводный курс по информатике и вычислительной технике в терминах)., Москва: Издательство Либерия, 2001.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА И ЭТАПЫ УСТАНОВКИ СЭД

Ганиева Н.Д.¹, Ли И.Р.²

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе¹,
Российско-Таджикский (Славянский) университет² (г.Душанбе, РТ)

***Аннотация.** Как правило внедрение электронного документооборота является достаточно трудоемким. Следует также учесть, что СЭД не может полностью перенести все бизнес-процессы «бумажного» документооборота. В большинстве случаев внедрение системы электронного документооборота ведёт к изменению стиля управления и ведения дел. Возникает ряд вопросов при проектировании и внедрении СЭД. Прежде всего – как сделать правильный выбор или вернее какую систему выбрать? Когда окупится система? Не приведет ли это к тому, что расходы на содержание и обслуживание СЭД будут выше, чем содержание бумажного документооборота? Для получения ответов на эти и другие вопросы необходимо прежде всего обеспечить информационно-техническое обследование ведущими специалистами области.*

***Ключевые слова:** Электронный документооборот, документы, бизнес-процессы.*

EDMS SELECTION CRITERIA AND IMPLEMENTATION STAGES

***Annotation.** Generally, implementation of Electronic document management is a difficult process. In addition, it should note that EDMS could not completely move all the “paper” workflow business processes. In most cases, the Electronic Document Management System implementation can change the style of management and impact in business. There are few of issues and questions in the design and implementation of EDS. At first, how to make right choice and which system to select? When will the system pay off? Could this lead to the situation, when the EDMS maintaining cost will be higher than paper Documents management system? To get answers to these and other questions, it is necessary to make information-technical analyze by leading specialists.*

***Keywords:** electronic document management, documents, business process.*

Введение. При поиске в популярных системах запроса «**программное обеспечение для управления документами**» результатом будет широкий спектр продуктов и услуг, часто сильно отличающихся друг от друга.

Документооборот или как говорят в современной интерпретации «управление документами» - это достаточно широкий спектр процессов, который может включать в себя распознавание текста, индексацию базы данных документов, управление версиями, автоматизация бизнес-логики, а также хранение и утилизацию документов или записей. Решения для управления документами может варьироваться от общеорганизационных систем стоимостью несколько миллионов долларов для глобальных корпораций до бесплатных приложений с открытым исходным кодом для малых предприятий или отдельных пользователей.

Первоначальная оценка. Управление документами определяется как область деятельности, включающая в себя эффективный и систематический контроль создания, получения, сохранения, использования и отбора (передачи) документов, в том числе процессы включения в систему и сохранения (в форме

документов) доказательств и информации о деловой и управленческой деятельности организации [1].

Потребности в СЭД могут значительно различаться в зависимости от отрасли, каждая организация предъявляет свои определенные требования и предложения вендоров. Системы электронного документооборота сильно различаются по характеристикам и соответственно по цене. Оценка различных альтернатив и принятие правильного выбора для конкретного бизнеса может быть достаточно пугающим. Кроме того, существует реальный риск того, что реализация такого проекта не даст хороших результатов, если она не будет хорошо соответствовать практическим повседневным потребностям пользователей. Немаловажным является то, насколько организация имеет достаточно ресурсов и желания к внедрению подобной системы.

Выбор системы электронного документооборота зависит от уровня зрелости документооборота в компании и, соответственно, ее готовности к организации электронного документооборота. Выбор системы также зависит от того, что заказчик хочет от нее получить (цели внедрения системы), какими ресурсами (денежными, временными, человеческими и пр.) он располагает для достижения желаемого [2].

Стоит также учитывать, что программное решение, должно соответствовать бизнес-процессам, соответственно должно беспрепятственно интегрироваться с другими системами и поддержкой различных уровней технической подготовленности пользователей. Хорошее понимание как технических особенностей предлагаемого решения, так и собственных бизнес-процессов является необходимым условием для любой успешной инициативы по внедрению СЭД.

Оценка потребностей – это разработка документов, где подробно излагаются потребности организации, ограничения и цели в области обработки документов. Разным организациям могут потребоваться радикально разные решения, которые наилучшим образом соответствуют их конкретным потребностям, поэтому важно понимать, какие именно проблемы необходимо решить.

Сегодня решение о переходе на систему документооборота редко принимается спонтанно, без каких-либо конкретных планов или как дань моде, просто «чтобы было». Когда количество бумаг начинает превышать определенные пределы, а найти что-то становится сложно, руководство само приходит к мысли о необходимости перемен. Проект внедрения СЭД начинается с постановки задачи, определения его рамок и выбора программной платформы [3].

Нами приведена примерная матрица первоначальных целей и задач при подготовке к документированию проекта внедрения СЭД

Цели и задачи	Ответ	Важность
В каких структурных подразделениях организации будет использоваться систему		
Какие наиболее острые проблемы связаны с управлением документами		

Количество персонала, которое будет работать в системе и уровни их доступа

Методы доступа к системе (собственные сервера или облачное решение)

Примерный объем поступающих бумажных документов в организацию еженедельно

Текущая политика хранения документов

Объем существующих бумажных файлов (количество картотек, ящиков в хранилищах), которые будут переданы в цифровую систему

Типы бумажных документов, которые будут включены в систему

Формы шаблонов, флаги, состояния рабочего процесса, автоматические уведомления и прочие составляющие бизнес процессов в документообороте

План проекта внедрения. Проектный план или так называемый «План внедрения» дает правильную оценку и помогает при составлении бюджета. Также в данном документе формализуются процессы выбора, установки системы, масштаб и сроки реализации. Данный документ должен быть подготовлен заблаговременно до выбора решения, поскольку он обеспечивает определенные параметры, которые помогают при принятии решения. В плане отражаются основные этапы и параметры отбора и реализации с точки зрения нескольких параметров.

Принципы, на которых базируются современные информационные системы, предполагают организацию совместной деятельности сотрудников предприятия и являются выражением процессного подхода. Принимая процессный подход, предприятие непременно должно принять концепцию процессного внедрения и согласиться с ней. В противном случае проект будет обречен на неудачу с самых первых шагов [4].

Ключевыми характеристиками проекта являются его самые важные критерии: качество, время и стоимость. От баланса этих критериев и их взаимосвязанности зависит сам проект (чем дольше время, тем выше стоимость, чем выше качество, тем дольше время и т.д.) [5].

Первое и основное – это команда профессионалов. Данная команда имеет разделение по отдельным группам специалистов, которые будут заниматься следующими функциями в период внедрения проекта:

- оценка системы и принятие решения;
- организация встреч, обеспечение обратной связи;
- установление и настройка решения и проведение обучения;
- использование, администрирование, настройка и поддержка решения в дальнейшем.

Следующим важным моментом в проектном плане должны быть определены даты и периоды внедрения. Многие компании изначально внедряют пилотную программу, внедряя СЭД для одной группы пользователей или отдела, а затем постепенно расширяют систему для других секторов бизнеса. В плане должны быть указаны приблизительные сроки для каждого этапа реализации.

Немаловажным аспектом является аппаратное обеспечение. Если СЭД является локальным, то требуются внутренние сервера, с определенными требованиями ЦП, ОЗУ, хранилища файлов и т.д. Следует заранее учесть масштабируемость как программного, так и аппаратного обеспечения.

Цена всегда является важным критерием для рассмотрения. Однако зачастую сложно получить точное сравнение затрат только на основе исследований рынка, поскольку многие поставщики предварительно не оглашают цены на своих веб-сайтах, чтобы стимулировать прямое взаимодействие с торговыми представителями. Кроме того, модели ценообразования часто становятся сложными с различными типами лицензий, модулями, скидками, платой за обслуживание и консультационными услугами.

Анализ экономической эффективности проекта внедрения СЭД позволяет более четко и осмысленно подходить к выбору системы. При прочих равных условиях преимуществами в плане экономической эффективности обладают те системы, которые требуют меньших затрат на администрирование, сопровождение ПО, техническую поддержку пользователей [6].

Литература

1. Меликова М. Управление документами это... [Available: <https://center-yf.ru/data/Buhgalteru/upravlenie-dokumentami-eto.php>].
2. П. О. «Как выбрать систему электронного документооборота?» 29 май 2012. [Available: <https://ecm-journal.ru/post/Как-vybrat-sistemu-ehlektronnogo-dokumentoooborota.aspx>].
3. Яремчук С. «Как выбрать СЭД?» Системный администратор, № 6, - 2014.
4. Докучаев Д. «Внедрение информационной системы как способ совершенствования бизнес-процессов предприятия» CADmaster, № 1(26), 2005.
5. Матвеева Е. Д. Важность команды в управлении проектами. - 2016.
6. Романов Д.А., «Как оценить экономическую эффективность системы электронного документооборота»/ Справочник секретаря и офис-менеджера. 2016.

ОЦЕНКИ ВТОРИЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ

Гольдина В.Д.

Институт математики им. А. Дзюраева АН РТ (г. Душанбе, РТ)
goldinav@mail.ru*Аннотация.* Исследованы модели дифференциальных линейных уравнений для вторичных течений и новые результаты компьютерных экспериментов*Ключевые слова:* турбулентность, вторичные течения, завихренность, функция тока

ESTIMATES OF THE SECONDARY CURRENTS IN A TURBULENT FLOW

Annotation. Models of the linear differential equations for secondary currents and results of new computer experiments are investigated.*Keywords:* turbulence, secondary flows, vorticity, current function

Вторичные течения - вихри с продольной осью в поперечных сечениях турбулентных потоков и малыми скоростями, (менее 7% продольной). Взаимосвязь их с напряжениями, диссипацией, энергией, механизмы формирования малоизучены, что подтверждается в монографиях [1-3]. Отсутствие необходимой экспериментальной, вычислительной базы частично возмещают результаты прямого численного моделирования (DNS) - компьютерных экспериментов, не ограниченных моделями турбулентности.

Пусть u_x , u_y , u_z - продольная, вертикальная и поперечная компоненты вектора осредненной скорости турбулентных потоков, характеристики которых при установившемся равномерном режиме зависят только от координат y , z . Важность вторичных скоростей проявляется в создании конвективных напряжений - произведений $u_x u_y$, $u_x u_z$, сопоставимых с турбулентными напряжениями и регулирующих процессы переноса [2].

Вторичные течения зависят от чисел Рейнольдса, Фруда: Re - отношение сил инерции к силам вязкости; Fr - в открытом потоке отношение удвоенной кинетической энергии к потенциальной энергии. Часто для числа Re среднюю скорость $u_{x m}$ заменяют динамической: $u_* = (g i h)^{0.5}$, g - ускорение силы тяжести, i - уклон, h - глубина открытого потока, половина оси трубы; $Re_* = u_* h / \nu$, (ν - коэффициент молекулярной вязкости); $Fr = u_{x m}^2 / (g h)$. "Критические" числа Re определяли переход ламинарного режима в турбулентный, образование вторичных течений, (опыты О. Рейнольдса, 1883 и Дж. Никурадзе, 1926). Дальнейший рост Re показывает убывание модулей $|u_y|$, $|u_z|$; затем влияние Re исчезает. В квадратной трубе этот результат получен при максимальном значении $Re_* = 1050$ (DNS, 2018г.) Другие сечения пока менее изучены. Выравнивание распределений показали расчеты DNS и при росте Fr . Для турбулентной энергии, скорости u_x такой вывод получен из аналитических решений дифференциальных уравнений на вертикалях открытого потока [4].

Свободная поверхность не деформируется при $Fr < 0.5$. Циркуляции у границы вода-воздух создают напряжения в углу между стенкой и поверхностью. "Вторичные течения являются не следствием деформаций поверхности потоков, а причиной" [1, с.59]. Сглаживание распределений характеристик – важное проявление вторичных течений, и кроме опосредованного влияния Re , Fr необходимы особые оценки.

Циркуляции описывают через u_y , u_z , функцию тока ψ , завихренность ω_x :

$$u_y = -\frac{\partial\psi}{\partial z}; \quad u_z = \frac{\partial\psi}{\partial y}; \quad \frac{dy}{dz} = \frac{u_y(y,z)}{u_z(y,z)} \sim \psi = const; \quad \omega_x = \frac{\partial u_z}{\partial y} - \frac{\partial u_y}{\partial z}, \quad (1)$$

линии тока вторичных течений совпадают с изолиниями $\psi=const$; при этом $\Delta\psi \equiv \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} = \omega_x$, Δ – оператор Лапласа.

Анализ DNS показывает, что ω_x распределяется в сечениях потока более равномерно, чем другие характеристики, что косвенно подтверждает известная модель постоянной завихренности $\omega_x = -C_1$. Другая модель принимает допущение $\omega_x = -C_2\psi$ и также получается из незамкнутого уравнения для ω_x с учетом анализа баланса его членов [3,5]. Рассматриваются краевые задачи

$$\Delta\psi_1 = -C_1, \quad \psi_1(\Gamma) = 0, \quad (2)$$

$$\Delta\psi_2 = -C_2\psi_2, \quad \psi_2(\Gamma) = 0, \quad (3)$$

где Γ - границы зон циркуляций, включающие и линии симметрии; в смежных областях происходит встречное вращение; при этом зоны циркуляций не взаимодействуют, нормальная компонента тензора напряжений $\tau_{xn}(\Gamma) = 0$. Граница находится на расстоянии от стенок, так как из уравнения Пуассона (2) следует, что u_y , u_z - гармонические функции, имеющие максимумы на границе, что невозможно для гладких стенок; из уравнения Матье (3) линии $\omega_x = 0$ должны быть выше вязкого подслоя. Непроницаемость изолиний ψ_i допускает выбор границы; обычно включаются ближайшие экспериментальные точки, расчетные узлы. Анализ графиков DNS у стенки эллипса показал, что положение границы определяется турбулентной статистикой, корреляциями пульсаций [6].

Разности $|\psi_{i+1} - \psi_i|$ дают расход вторичного течения между линиями тока на единице длины, а значения ψ_{max} в "неподвижных точках", где $u_y = u_z = 0$ - суммарный "угловой расход". Краткое описание модели " ψ - ω_x ", подробные расчеты (2), (3) в квадратных, треугольных трубах приведены в [5, 7]. Шаг винта $L = Q / \sum |\psi_{max}|$, (где Q - полный расход, $\sum |\psi_{max}|$ - суммарный угловой расход), при равных числах Re^* в гладкой трубе в 2.5 раза больше, чем в шероховатой, что подтверждает усиление вторичных течений с ростом шероховатости [2]. При этом ψ_{max} могут сильно отличаться в зонах сечения.

Более стабильны величины $\omega_{x\ max}$. Даже в несимметричных зонах циркуляций прямоугольной трубы, (треугольных и трапецеидальных), при отношении $\Phi = B/(2h) = 3$, (B – ширина), значения $\omega_{x\ max}$ совпадают [3]. В "скошенных (ромбоидальных) трубах"- квадрат и ромбы с углами 60° , 120° ; 30° и 150° , где зоны симметричны относительно биссектрис ($\omega_x = 0$), расчеты DNS дают во всех случаях совпадения $\omega_{x\ max}$ [8]. Центры вращений по-разному

удалены от острых углов из-за "ламинаризации" течений. Авторы называют вторичные течения в ромбах более слабыми: "the strength of the secondary flows is weaker compared to that for the square ducts"[8, p.5]. Из анализа графиков этой работы можно предположить, что авторы статьи считают наиболее важными оценки касательных напряжений по градиентам продольной и поперечной скоростей у стенок

$$\tau_{w,x} = \frac{1}{Re} \frac{\partial u_x}{\partial z}; \quad \tau_{w,z} = \frac{1}{Re} \frac{\partial u_y}{\partial z} \sim 0.1\tau_{w,x} \quad (5)$$

Хотя достигнутое число $Re_*(DNS) = 150$ невелико, можно сделать интересные выводы. "Вторичное трение" $\tau_{w,z}$ от градиента скорости u_y в квадратной трубе достигает $0.1\tau_{w,x}$ (при u_y менее $0.05u_x$); для ромбов с углами 60° и 120° из графиков "вторичное трение" менее $0.07\tau_{w,x}$, с углами 30° и 150° - до $0.03\tau_{w,x}$. Из графиков корреляций пульсаций скоростей можно оценить члены незамкнутого уравнения для ω_x , подтверждающие возможность использования моделей (3), (4), как это делалось в работе [5].

Из расчетов (3), (4) вклад "вторичного трения" (5) в гладкой трубе - до $0.11\tau_{w,x}$, в шероховатой трубе - до $0.20\tau_{w,x}$. Получены распределения u_x в квадратных трубах на вертикальной оси и биссектрисе, где имеются наиболее надежные данные экспериментов [2]. Оказалось, что учет даже малых величин u_y (до $0.01u_x$) дает совпадение с экспериментами [2, 9].

Роль вторичных течений можно оценивать вкладом конвективных напряжений в полные напряжения. По расчетам автора, для моделей (3)-(4) на середине границ циркуляций он достигает 45% и 70% для гладкой и шероховатой труб. Конвективные напряжения на биссектрисе при удалении от угла на расстояние более $0.4h$ превышают турбулентные почти в два раза.

Влияние вторичных течений на распределение энергии, диссипации изучено недостаточно. Могут представлять интерес интегральные аналоги рассчитываемых вариационными методами наименьших квадратов и Галеркина моделей (3)-(4) - уравнения Остроградского, связывающие кинетическую энергию вторичных течений с функцией тока и завихренностью.

Прямое численное моделирование подтвердило важность критериев Re , Fr , показало необходимость учета роли вторичных течений через вклад конвективных напряжений и "вторичного трения" в полные напряжения. Новые данные также не исключают возможности использования моделей с линейной зависимостью $\omega_x(\psi)$ и с постоянной завихренностью.

Литература

1. Офицеров А.С. Вторичные течения / А. С. Офицеров. - М. : Госиздат. литер. по строит., архитек. и строит. матер., 1959. - 163 с.
2. Тепакс Л. А. Равномерные турбулентные течения в трубах и каналах. Таллинн: Валгус, 1975. - 255 с.
3. Корнилов В.И. Пространственные пристенные турбулентные течения в угловых конфигурациях/ В.И. Корнилов.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2 изд., перераб. и доп., 2013.- 430 с.

4. Гольдина В.Д. Расчет характеристик открытого потока / В.Д. Гольдина //Материалы научно - практической конференции. РТСУ. Душанбе, 17 мая 2019 г. - с.68-73.
5. Гольдина В.Д. Сравнение моделей расчета вторичных течений в призматических каналах/В.Д. Гольдина// Вестник Таджикского Национального университета. Серия естественных наук. – 2017. - №1/5. - С. 55-59.
6. Гольдина В.Д. Исследование характеристик турбулентного потока вблизи твердых границ / В.Д. Гольдина //Материалы научно - практической конференции " IX-Ломоносовские чтения ". Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 26-27 апреля 2019 г., - с. 13-17.
7. Гольдина В.Д. Расчёт циркуляционных течений в открытых потоках / В.Д. Гольдина // Материалы международной научной конференции "Современные проблемы математики и её приложений". Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 3 июня 2016 г., - с.121-123.
8. Raiesi H. Direct numerical simulations of turbulence induced secondary motion in square and skewed ducts / H. Raiesi, A Pollard, U. Piomelli // Proc. TSFP-7. - 2011. - P. 1-6.
9. Гольдина В.Д. Моделирование течений в каналах прямоугольного сечения/В.Д. Гольдина// Материалы международной научной конференции "Современные проблемы естественных и гуманитарных наук и их роль в укреплении научных связей между странами". Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 10-11 октября 2019 г., - с.19-22.

УДК 004.94.72

THE MENGER SPONGE AND AREAS OF IT'S APPLICATION

Mirzoeva F.M.¹, Shoziyoeva A.P.¹, Shoziyoev G.P.²

Liceum of Lomonosov Moscow State University in Dushanbe¹,
SPCE UCA²

Abstract. *In this paper, based on model of simulating the Menger sponge with an iterative method, comparing the relative lengths of the sides of a hole and the volumes of a hole a conclusion is made about using it in architecture.*

Keywords: *fractal structures, Menger sponge, architecture.*

ГУБКА МЕНГЕРА И ОБЛАСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. *В этой статье, основанной на модели моделирования губки Менгера итерационным методом, сравнивающей относительные длины сторон отверстия и объемы отверстия, делается вывод об использовании его в архитектуре.*

Ключевые слова: *фрактальные структуры, губка Менгера, архитектура.*

Introduction. The use of the main property of the self-similarity of fractal structures [1, 2, 3] is now widely used in various fields. Naturally, fractals arise in physics in the modeling of nonlinear processes of turbulent flow of a liquid, flame, complex adsorption-diffusion processes, porous materials and plasma discharge structures [4, 5, 6, 7, 8]. In this paper, when simulating the Menger sponge with an iterative method, comparing the relative lengths of the sides of a hole and the volumes of a whole conclusion is made on their applicability architecture according to Golden ratio [9].

Modeling and construction of the Sierpinski carpet. Sierpinski carpet [10] is the plane analogue of the Cantor set. The Sierpinski has the topological dimension 1. There are various methods for constructing geometric structures data. In this paper, examples are given of realizing the simulation of this kind of geometry and the selection of various parameters using an iterative method with subtraction of the calculated geometries of topological cavities. A computer with the following characteristics was used: operating system - Windows 10 Home 64; Processor - Intel Core i3; RAM - 8 GB; Hard disk - 1TB; Graphics memory - 512 MB. Modeling of fractal geometry was carried out using the codes of Matlab 6.1 [11] and OpenSCAD [12] software packages, which allow to model and create virtual objects and their processing for the subsequent 3D printing.

Modeling and building a Menger sponge. The three-dimensional analogue of the Menger sponge [13,14], is a cube M_0 with an edge 1 that divides the planes parallel to its faces into 27 equal cubes. From the cube, we remove the central cube and all cubes of this figure adjacent to it along the two-dimensional faces.

Figure 3 shows the obtained models of Menger sponges for different values of the depth parameters of the fractal $n = 1, 2, 3, 4$.

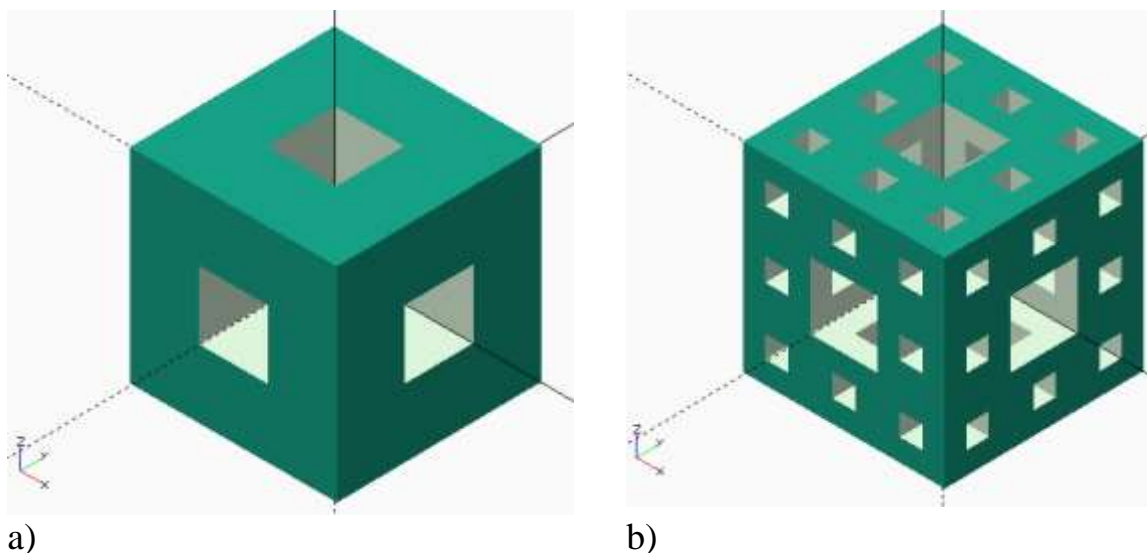


Fig.3. Menger sponges for various parameters of the fractal depth: a) $n = 1$, b) $n = 2$.

Approximation of the obtained data. After constructing the dependencies of the relative lengths of the sides of the "voids" L_n and the relative fractional volumes V_n we carried out an exponential approximation (trend line) of the obtained points by lines of the form $y = a \exp(bx)$, where $a=1$, b – an approximated approximation

constant. The obtained approximation formulas describe well the obtained model calculations.

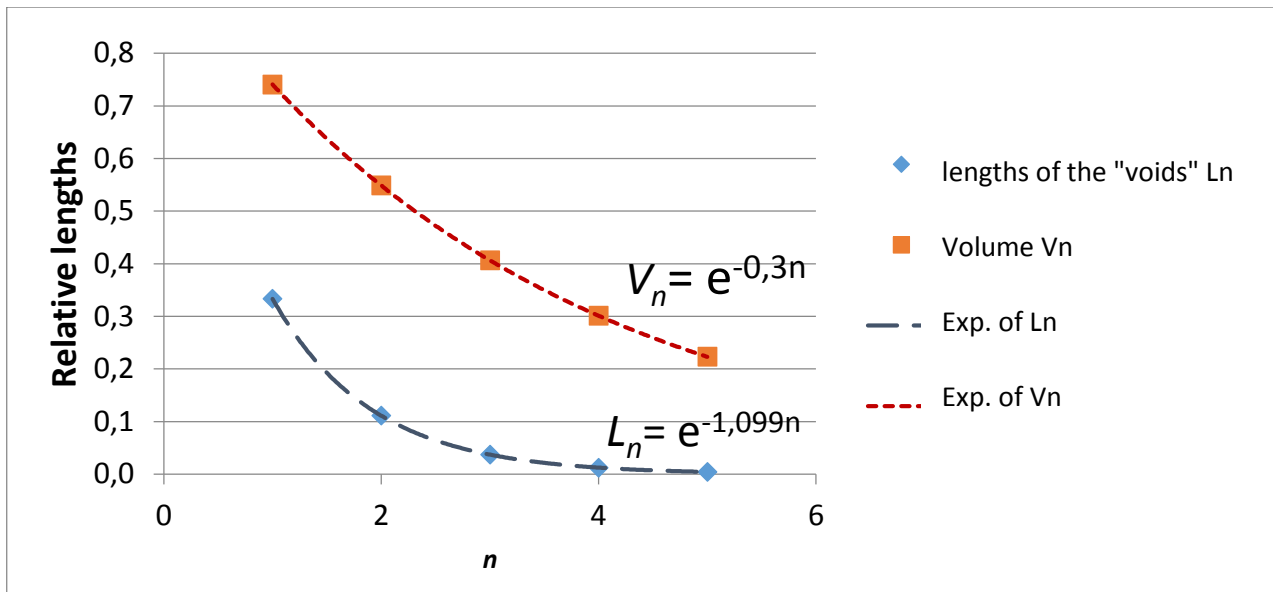


Fig.4. Relative lengths of the sides of the "voids" L_n on approximation constant. The obtained approximation formulas describe well the obtained model calculations. V_n and their corresponding approximation lines.

It is seen from the figure that V_n/V_1 at values of n equal to 1,2,3,4 and 5 the volume of the "common void" increases compared to $n = 1$ in 1.0; 1.4; 1.8; 2.5; 3.3 times respectively.

Our work also suggests that base element of collected from the geometry of fractal structures in architecture would provide additional bonuses in this kind of studies, especially in light and air conditioning.

Conclusion. Based on the results of modeling the fractal geometric structures of of the Menger sponge, we conclude that they need to be applied in architecture. For the Menger sponge, the V_5/V_1 ratio of "voids" increases 3.3 times. We emphasize the use of porous materials on their basis for application in the architecture is useful.

We also point out the possible application of the structures will add strength, more light and air to the structure of the such buildings.

Literature

1. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. New York: W. H. Freeman, 1983. P. 145.
2. Peitgen H.O Chaos and Fractals. New Frontiers of Science. New York: Springer-Verlag, 1992.
3. Barnsley M. Fractal transformations. Fractals as art. Collected papers, Trans. In English, French. E. V. Nikolaeva. - SPb. : Sparta, 2015. P. 35. 224 p.
4. Smirnov, B.M. Physics of fractal clusters. Smirnov. Moscow: Nauka, 1991. - 134p.

5. Novikov, EA, Intermittency of turbulence and the spectrum of fluctuations of the energy function. *Izv. Academy of Sciences of the USSR, Ser. Geophysical.* - 1964. Т. 3. P. 408-413.
6. Nagiyev A.G. Modeling of nonstationary processes of substance transfer and adsorption in a porous medium on the basis of the fractal "Menger sponge". *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Chemistry and chemical technology.* 2009. No. 10. P. 63-68.
7. Mosolov A.B. Fractals, skelets and geometry of porous materials. *Journal of Technical Physics.* 1988. Т.58, №2. P. 233-238.
8. Kukhta V.R. Application of a fractal model to the description of the development of a discharge in condensed dielectrics. *Journal of Technical Physics.* 1995. Т.65, No. 2. P. 63-75.
9. И. Ш. Шевелев, М. А. Марутаев, И. П. Шмелев Золотое сечение.-М.: Стройиздат, 1990.-344с.
10. Sierpiński W. On Curves Which Contain the Image of Any Given Curve. *Mat. Sbornik.* – 1916. - V. 30. - P. 267-287. Reprinted in *Oeuvres Choisies.* V. 2. P. 107-119.
11. Mironovsky LA, Petrova K.Yu. Introduction to MATLAB. Tutorial. SPbGUAP. SPb., 2005. - 122 С.
12. Pearce J.M. Chapter 6: „Digital Designs and Scientific Hardware". *Open-Source Lab: How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs,* Elsevier. 2014. - P. 165–254.
13. Zhou Li. Problem 11208: Chromatic numbers of the Menger sponges. *American Mathematical Monthly.* 2007, 114 (9). - P. 842.
14. Шозиёев Г.П., Шозиёева А.П. Ковёр Серпинского, губка Менгера и области приложения геометрических фракталов. *Вестник ТНУ.* 2017. -№1/5. - с.152-156.

УДК 517.968.2

О НЕТЕРОВОСТИ И ИНДЕКСЕ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ДВУМЕРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Одинабеков Д.М.

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе

jasur_79@inbox.ru

***Аннотация.** В работе изучаются некоторые классы двумерных сингулярных интегральных операторов с подвижными и фиксированными особенностями по ограниченной области. Найдены эффективные необходимые и достаточные условия нетеровости операторов в лебеговых пространствах и получена формула для вычисления индекса.*

***Ключевые слова:** сингулярные интегральные операторы, нетеровость оператора, индекс оператора, символ оператора.*

**ON THE NOETHERICITY AND INDEX OF SOME CLASSES OF TWO-DIMENSIONAL
INTEGRAL OPERATORS**

Annotation. In this work we study some classes of two dimensional singular integral operators with motile and fixed singularities over a bounded domain. We establish efficient necessary and sufficient conditions for the Noethericity of two-dimensional singular integral operators in weighted Lebesgue spaces and give a formula for evaluation of the index.

Keywords: singular intergral operation, noetherian operators, the index of operator, operator

Пусть D конечная односвязная область комплексной плоскости, ограниченная простой замкнутой кривой Ляпунова Γ и содержащая внутри точку $z = 0$; $\bar{D} = D \cup \Gamma$.

В весовом пространстве $L_{\beta-2/p}^p(D)$:

$L_{\beta-2/p}^p(D) = \{f(z): |z|^{\beta-2/p} f(z) = F(z) \in L^p(D), \|f\|_{L_{\beta-2/p}^p} = \|F\|_{L^p}\}$
 $(1 < p < \infty, 0 < \beta < 2)$ будем рассматривать оператор

$$\begin{aligned} (Af)(z) = & a(z)f(z) + b(z)\left(\frac{z}{|z|}\right)^n (Sf)(z) + c(z)(Bf)(z) + d(z)(\bar{B}f)(z) + \\ & + e(z)(B\bar{f})(z) + q(z)(\bar{B}\bar{f})(z) + \lambda(z)(SB\bar{f})(z) + \mu(z)(\bar{B}S\bar{f})(z) + \\ & + v(z)(SB\bar{S}f)(z) + \gamma(z)(SBf)(z) + \delta(z)(B\bar{S}f)(z) + \\ & + (H_1f)(z)K + (H_2f)(z), \quad z \in D, \end{aligned} \quad (1)$$

где n – целое число, $a(z), b(z), c(z), d(z), e(z), q(z), \lambda(z), \mu(z), v(z), \gamma(z), \delta(z)$ непрерывные в \bar{D} функции, а операторы $K, S, \bar{S}, B, \bar{B}, H$ действуют по формулам

$$(Kf)(z) = \overline{f(z)}, \quad (Sf)(z) = -\frac{1}{\pi} \iint_D \frac{f(\zeta) ds_\zeta}{(\zeta-z)^2}, \quad \bar{S} = KS,$$

$$(Bf)(z) = \frac{1}{\pi} \iint_D \frac{\omega'(z)\overline{\omega'(\zeta)}f(\zeta)}{(1-\omega(z)\overline{\omega(\zeta)})^2} ds_\zeta, \quad \bar{B} = KB,$$

$$(H_1f)(z) = \frac{1}{|z|^2} \left(\frac{z}{|z|}\right)^{n-2} \iint_D Q_1(z, \zeta) h_1\left(\frac{\zeta}{z}\right) \overline{f(\zeta)} ds_\zeta,$$

$$(H_2f)(z) = \frac{1}{|z|^2} \iint_D Q_2(z, \zeta) h_2\left(\frac{\zeta}{z}\right) f(\zeta) ds_\zeta,$$

где $\omega(z)$ – однолиственное комформное отображение области D на единичный круг с центром в начале координат, причем $\omega(0) = 0, \omega'(0) > 0$. Штрих обозначает производную, черта над функцией – операцию комплексного сопряжения, $Q_j(z, \zeta)$ ($j = 1, 2$) – измеримые ограниченные функции, имеющие пределы

$$\lim_{z, \zeta \rightarrow 0} Q_j(z, \zeta) = Q_j(0, 0);$$

$h_1(\sigma)$ - измеримые на всей плоскости функции, причем

$$\iint_{|\sigma| < 1} |h_j(\sigma)| |\sigma|^{-\beta} ds_\sigma < \infty, \quad (2)$$

где β - некоторое число из интервала $(0,2)$, ds_σ - элемент плоской меры Лебега.

Поскольку оператор (1) содержит комплексно сопряженное значение искомой функции, то пространство $L^p_{\beta-2/p}(D)$ будем считать вещественным, т.е. рассматривать его как линейное множество над полем вещественных чисел. Тогда все операторы из (1) будут обычными линейными ограниченными операторами.

Характерной особенностью оператора (1) является, то, что он содержит как интеграл с подвижной $\zeta = z$ (сингулярный) особенностью, так и интегралы с неподвижной $\zeta = z$ особенностью, причем коэффициент при сингулярном интеграле имеет в точке $z = 0$ существенный разрыв вида $(z/|z|)^n$, n - целое число. Как выясняется, наличие этого разрыва существенно влияет на нетеровость и индекс оператора (1). Различные частные случаи оператора (1) изучены в работах [1-5].

Положим

$$\mathcal{G}_m(x; \beta) = \frac{1}{|a(0)|^2 - |b(0)|^2} [\mathcal{H}_m^{(2)}(x; \beta) \tilde{\mathcal{H}}_{-m+n-2}^{(2)}(x; \beta) - \tilde{\mathcal{H}}_m^{(1)}(x; \beta) \mathcal{H}_{-m+n-2}^{(1)}(x; \beta)], \quad (3)$$

где $m = n_0, n_0 + 1, n_0 + 2, \dots, \beta$ - число из (2), $-\infty < x < \infty$, n_0 - целая часть числа $\frac{n-1}{2}$;

$$\mathcal{H}_v^{(1)}(x; \beta) = b(0) \frac{v+\beta-ix}{v+2-\beta+ix} + Q_1(0,0) \iint_{|\sigma|<\infty} h_1(\sigma) e^{-iv\alpha} |\sigma|^{-\beta+ix} ds_\sigma,$$

$$\tilde{\mathcal{H}}_v^{(1)}(x; \beta) = \overline{b(0)} \frac{v+\beta-ix}{v+2-\beta+ix} + \overline{Q_1(0,0)} \iint_{|\sigma|<\infty} \overline{h_1(\sigma)} e^{-iv\alpha} |\sigma|^{-\beta+ix} ds_\sigma,$$

$$\mathcal{H}_v^{(2)}(x; \beta) = a(0) + Q_2(0,0) \iint_{|\sigma|<\infty} h_2(\sigma) e^{-iv\alpha} |\sigma|^{-\beta+ix} ds_\sigma,$$

$$\tilde{\mathcal{H}}_v^{(2)}(x; \beta) = \overline{a(0)} + \overline{Q_2(0,0)} \iint_{|\sigma|<\infty} \overline{h_2(\sigma)} e^{-iv\alpha} |\sigma|^{-\beta+ix} ds_\sigma,$$

v - целое число, $\alpha = \arg \sigma$.

Функции непрерывны при $-\infty < x < \infty$, причем её предел на бесконечности $\lim_{|x| \rightarrow \infty} \mathcal{G}_m(x; \beta) = 1$.

Теорема 1. Для того чтобы оператор (1) было нетеровым в $L^p_{\beta-2/p}(D)$ ($1 < p < \infty$, $0 < \beta < 2$), необходимо и достаточно выполнение условий:

a) $|a(z)| \neq |b(z)|$, $z \in \bar{D}$; $\det D(t) \neq 0$, $t \in \Gamma$,

b) $\mathcal{G}_m(x; \beta) \neq 0$, $-\infty < x < \infty$, $m = n_0, n_0 + 1, \dots$,

причем индекс оператор (1) равен

$$\varkappa = -\frac{1}{\pi} [\arg \det D(t)]_\Gamma + 2 \sum_{k=n_0+1}^{N_0} \text{Ind}_{-\infty < x < \infty} \mathcal{G}_m(x; \beta) + \mu \text{Ind}_{-\infty < x < \infty} \mathcal{G}_{n_0}(x; \beta),$$

где N_0 - некоторое натуральное число, $\mu=1$, если n чётно и $\mu=2$, если n нечётно.

Литература

1. Бильман Б.М., Джангибеков Г. Об условиях нётеровости и индексе некоторых двумерных сингулярных интегральных уравнений с разрывными коэффициентами // ДАН СССР, 1986, т. 288, - с. 792-797.
2. Джангибеков Г. - Нётеровость и индекс некоторых двумерных сингулярных интегральных операторов // ДАН ТаджССР, 1987, т.30, 7, - с.400-405.
3. Бильман Б.М., Джангибеков Г. Об условиях нётеровости и индексе некоторых особых двумерных интегральных уравнений// ДАН СССР, 1990, т.312, - с.15-19.
4. Джангибеков Г. Нётеровость и индексе некоторых двумерных сингулярных интегральных операторов // Известия Вузов, математика, 1991, - с.19-28.
5. Бойматов К.Х., Джангибеков Г. О нётеровости и индексе одного класса двумерных сингулярных уравнений с разрывными коэффициентами // Успехи математических наук, 1988, т.43, - с.171-172.

УДК 004.658.6

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ БАЗАМИ ДАННЫХ 1С

Усманов Т.Ф., Шин В.В.

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими,
(г.Душанбе, РТ)*

usmonov.timur1995@gmail.com

***Аннотация.** В статье описывается один из подходов переноса данных из одной конфигурации 1С в другую с помощью реализации COM соединения с использованием специального механизма под названием COMConnector. Использование данного подхода позволяет получить возможность получения данных и их обработки из нескольких баз данных 1С.*

***Ключевые слова:** Базы 1С, взаимодействие между базами данных, COM соединение, V83.Application, V83.COMConnector.*

INTEROPERABILITY BETWEEN 1C DATABASES

***Abstract.** The article describes one of the approaches for transferring data from one 1C configuration to another using the implementation of COM connections using a special mechanism called COMConnector. Using this approach allows you to get the opportunity to obtain data and process them from several 1C databases.*

***Keywords:** Base 1C, interaction between databases, COM connection, V83.Application, V83.COMConnector.*

На современном этапе развития средств автоматизации бизнес процессов на базе 1С важным вопросом является взаимодействие между базами данных. Это определяется сложностью и универсальностью современных бизнес процессов,

а также интеграцией в одной системе автоматизации разноплановых задач, относящимся к различным аспектам бизнеса. Многие компании используют несколько различных баз данных, между которыми должны быть установлены определенные связи и зависимости. Кроме того, возникает необходимость не только переноса данных из одной базы в другую, но и выполнение определенной обработки данных.

Одним из способов обмена данными между базами 1С является обмен через СОМ соединение. Этот метод соединения позволяет подключаться из одной базы 1С к другой и читать или записывать данные. Использовать этот метод можно как в файловых базах, так и в клиент-серверных вариантах баз. В работе рассматривается соединение такого рода на платформе 8.3

Сом соединение

Для приложения 1С можно создать два вида СОМ объектов: ole соединения *V83.Application* и сом соединения *V83.COMConnector*. В случае с *V83.Application* запускается практически полноценный экземпляр приложения 1С. В случае применения *V83.COMConnector* запускается небольшая серверная часть. Скорость работы в этом случае выше, но некоторые функции могут быть недоступны. В частности работа с формами и с общими модулями, для которых не установлено свойство работы с внешними соединениями. Целесообразно использовать *V83.COMConnector* и только в случае нехватки функционала *V83.Application*. Разница в скорости работы особенно сильно может быть заметна на базах большого объема. Для платформе 8.2 используется *V82.Application* или *V82.COMConnector*

Установить OLE соединение

```
Соединение = Новый СОМОбъект("V83.Application");
```

Установить СОМ соединение

```
Соединение = Новый СОМОбъект("V83.COMConnector");
```

Строка подключения

```
//Для варианта клиент- сервер
```

```
СтрокаСоединения = "Srvr = ""ИмяСервера"";Ref = ""ИмяБазы""; Usr =  
ИмяПользователя; Pwd = Пароль";
```

```
//Для варианта файлового режима:
```

```
СтрокаСоединения = "File = ""ПутьКБазе""; Usr = ИмяПользователя; Pwd =  
Пароль";
```

Как видно из строк соединения для подключения к другой базе необходимо предварительно определить следующие параметры:

Тип базы данных – файловая или клиент-серверная;

Расположение базы данных;

Логин и пароль доступа к базе данных.

Для ускорения отладки и анализа возможных ошибок лучше заключить подключение в конструкцию «Попытка». Функция будет возвращать значение типа «СОМ объект», с которым и предстоит работать, получая нужные данные.

&НаСервере

Функция ПодключитьсяКбазе() экспорт

ПараметрыПодключенияИБ = "File=""D:\1С\УТ 8.3"";

Usr=""Администратор"";Pwd=""1"";

V83СОМСоп= Новый СОМОбъект("V83.COMConnector");

Попытка

 Возврат V83СОМСоп.Connect(ПараметрыПодключенияИБ);

Исключение

 Сообщить(ОписаниеОшибки());

 Возврат Неопределено;

КонецПопытки;

КонецФункции;

Разрыв соединения

Соединение = Неопределено;

Для объекта *V83.Application* выполнять разрыв соединения обязательно, в противном случае останется «висеть» незавершенный сеанс, который потом придется удалять вручную. В случае с *V83.COMConnector* соединение разрывается автоматически при завершении процедуры, в которой выполнялось подключение. Для пользователя, под которым выполняется подключение, должен быть отключен флажок «Запрашивать подтверждение при закрытии программы» в его настройках.

Следует иметь в виду, что на время СОМ соединения к базе «тратится» лицензия. Соответственно, не рекомендуется использование одновременно нескольких подключений, тем более, если количество лицензий ограничено. Решение проблемы возможно при помощи регламентных заданий, выполняющихся во время отсутствия активных подключений пользователей к информационной базе.

Через СОМ соединение имеется возможность выбирать данные, а также добавлять их в базу, к которой осуществлено подключение. Передавать через СОМ объект можно четыре типа данных. Другие типы задаются с помощью встроенных в платформу функций поиска. При этом глобальные функции платформы вызываются тоже через СОМ-соединение.

Получение данных из базы 1С. После получения нужного объекта необходимо прочитать данные из другой базы. Для этого применяется запрос через СОМ соединение в 1С версии 8.3 с помощью полученного значения типа «СОМ объект» из функции. Сначала производится подключение к базе, а затем выполняется запрос. Выполнение происходит через метод *NewObject* с указанием в качестве параметра типа объекта в строковом виде – «Запрос».

```

&НаСервере
Процедура ТестСОМНаСервере()
Соединение = ПодключитьсяКбазе();
Если ТипЗнч(Соединение) <> Тип("Неопределено") Тогда
    ЗапросБПЗО = Соединение.NewObject("Запрос");
    ЗапросБПЗО.Текст = "ВЫБРАТЬ первые 20
        |   СправочникПольз.Наименование КАК
Наименование
        |ИЗ
        |   Справочник.пользователи КАК
СправочникПольз";
    Выборка = ЗапросБПЗО.Выполнить().выбрать();
    Пока Выборка.следующий() цикл
        Сообщить(Выборка.Номер);
    КонецЦикла;
КонецЕсли;
КонецПроцедуры

```

Например, для получения информации о пользователях определенного подразделения, задается условие в запрос через параметры. Один параметр будет простого типа – строка, а подразделение – ссылкой элемента справочника «Структура предприятия». Результат запроса является таблицей с перечисленными полями того типа, какого они существуют в базе, к которой произошло СОМ соединение. Если необходимо их преобразовать в другие типы – можно воспользоваться стандартными функциями платформы:

```

Строка();
Число();
Дата().

```

```

ЗапросБПЗО = Соединение.NewObject("Запрос");
ЗапросБПЗО.Текст = "ВЫБРАТЬ первые 20
    |   СправочникПольз.Наименование КАК Наименование
    |ИЗ
    |   Справочник.Пользователи КАК СправочникПольз
    |ГДЕ
    |   СправочникПольз.Подразделение =

```

```

&ИскомоеПодразделение
    | И СправочникПольз.Наименование подобно ""%" +
&ИскомоеИмя+ ""%"";
ЗапросБПЗО.УстановитьПараметр("ИскомоеПодразделение",Соединение.Справ
очники.СтруктураПредприятия.НайтиПоКоду("00-00005"));
ЗапросБПЗО.УстановитьПараметр("ИскомоеИмя","Тимур");
Выборка = ЗапросБПЗО.Выполнить().выбрать();
Пока Выборка.следующий() цикл

```

Сообщить(Выборка.Наименование);
КонецЦикла;

При необходимости передачи в базу массива для отбора по нескольким параметрам, например, подразделениям, также используется команда NewObject. Аналогично можно передавать список или таблицу значений, заполняя их элементами другой базы через соединение. Для поиска доступны все существующие методы объектов и механизмов платформы.

```
ЗапросБПЗО = Соединение.NewObject("Запрос");
ЗапросБПЗО.Текст = "ВЫБРАТЬ первые 15
                    |      СправочникПольз.Наименование КАК
Наименование      | ИЗ
                    |      Справочник.Пользователи КАК СправочникПольз
                    | ГДЕ
                    |      СправочникПольз.Подразделение В
(&ИскомоеПодразделение)
                    | И СправочникПольз.Наименование подобно ""%" +
&ИскомоеИмя+ ""%""";
```

МассивПодразделений = Соединение.NewObject("Массив");

МассивПодразделений.Добавить(Соединение.Справочники.СтруктураПредпри
ятия.НайтиПоКоду("00-00005"));

МассивПодразделений.Добавить(Соединение.Справочники.СтруктураПредпри
ятия.НайтиПоКоду("00-00006"));

МассивПодразделений.Добавить(Соединение.Справочники.СтруктураПредпри
ятия.НайтиПоКоду("00-000011"));

ЗапросБПЗО.УстановитьПараметр("ИскомоеПодразделение",
МассивПодразделений);

ЗапросБПЗО.УстановитьПараметр("ИскомоеИмя", "Тимур");

Выборка = ЗапросБПЗО.Выполнить().выбрать();

Пока Выборка.следующий() цикл

Сообщить(Выборка.Наименование);

КонецЦикла;

Важен вопрос контроля переноса определенного объекта при переносе документов или элементов справочников. Подобные проблемы решаются с помощью СОМ соединений через уникальный идентификатор. Ищется объект в подключаемой базе по идентификатору из текущей базы данных с помощью функции «ПолучитьСсылку», используя идентификатор в виде строки. Если такового не нашлось, можно создать его с помощью СОМ соединения.

```

СтрИдент = Строка(Справочники.Пользователи.НайтиПоКоду("00-
0000313").УникальныйИдентификатор());
Если НЕ
ЗначениеЗаполнено(Соединение.Справочники.Пользователи.ПолучитьСсылку(
Соединение.NewObject("УникальныйИдентификатор", СтрИдент))) тогда
    НовыйПользователь =
Соединение.Справочники.Пользователи.СоздатьЭлемент();
    НовыйПользователь.Наименование =
Справочники.Пользователи.НайтиПоКоду("00-0000313").Наименование;
    НовыйПользователь.ФизическоеЛицо =
Справочники.Пользователи.НайтиПоКоду("00-0000313").ФизическоеЛицо;
    НовыйПользователь.Записать();
КонецЕсли;

```

Также СОМ соединение имеет возможность использовать процедуры и функции из общих модулей 1С с включенным свойством «Внешнее соединение».

```

Соединение.<ИмяОбщегоМодуля>.<ВызовПроцедуры>;

```

```

ПеременнаяИзФункции =
Соединение.<ИмяОбщегоМодуля>.<ВызовФункции>;

```

Таким образом, приведенные возможности внешнего соединения с другими базами достаточно обширны и позволяют ставить и выполнять широкий спектр задач информационного взаимодействия между базами данных 1С. Важно уметь правильно оценить инструментарий и выбрать оптимальное решение. Вышеописанное решение использования механизма СОМ коннектора является наиболее простым.

Литература

1. 1С: Предприятие 8.2. Версия для обучения программированию (комплект из 4 книг + 2 CD-ROM). - М.: 1С, 2013. - 648с.
2. Бояркин, В. Э. 1С: Предприятие 8. Конвертация данных: обмен данными между прикладными решениями (+ CD-ROM) / В.Э. Бояркин, А.И. Филатов. - М.: Питер, 2016. - 180 с.

МИНИМИЗАЦИЯ КОНСТАНТ В НЕРАВЕНСТВАХ ДЖЕКСОНА – СТЕЧКИНА И ЗНАЧЕНИЯ ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ФУНКЦИЙ

Юсупов Г.А., Рахимова М.

Таджикский национальный университет (г. Душанбе, РТ)
G_7777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается задача нахождения точных констант в неравенствах типа Джексона – Стечкина задаваемых модулями непрерывности m -го порядка весовой функцией в L_2 , а также вычислены точные значения n -поперечников.

Ключевые слова: наилучшие приближения – модуль непрерывности m -го порядка – n -поперечники.

MINIMIZATION OF THE CONSTANT IN INEQUALITIES OF JACKSON-STECHKIN TYPE AND THE VALUE OF WIDTHS OF CLASSES FUNCTIONS

Abstract. In this paper, we consider the problem of finding exact inequalities of Jackson – Stechkin type that are obtained for the average moduli of continuity of m th order ($m \in \mathbb{N}$), with general weight function in L_2 and also present applications. The exact values of these n -widths are calculated.

Keywords: best approximations - modulus of continuity of the m th order – n -widths.

1. Обозначим через $L_2[0, 2\pi]$ пространство измеримых и суммируемых по Лебегу 2π -периодических действительных функций с конечной нормой

$$\|f\|_2 := \|f\|_{L_2[0, 2\pi]} = \left(\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} |f(x)|^2 dx \right)^{1/2}.$$

Пусть \mathfrak{T}_{2n-1} — есть подпространство всевозможных тригонометрических полиномов порядка $\leq n-1$. Хорошо известно, что для произвольной функции $f \in L_2$, имеющей разложение в ряд Фурье

$$f(x) : \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx)$$

величина ее наилучшего приближения элементами подпространства \mathfrak{T}_{2n-1} равна

$$E_{n-1}(f) = \inf \{ \|f - T_{n-1}\|_2 : T_{n-1} \in \mathfrak{T}_{2n-1} \} = \|f - S_{n-1}(f)\|_2 = \left\{ \sum_{k=n}^{\infty} \rho_k^2 \right\}^{1/2}, \quad (1)$$

где $S_{n-1}(f; x)$ – частичная сумма порядка $n-1$ ряда Фурье функции $f(x)$, а $\rho_k^2 \stackrel{\text{def}}{=} a_k^2 + b_k^2$. Равенством

$$\omega_m(f; t)_2 \stackrel{\text{def}}{=} \sup \left\{ \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \left| \sum_{k=0}^m (-1)^k \binom{m}{k} f(x + kh) \right|^2 dx : |h| \leq t \right\}$$

обозначим модуль непрерывности m -го порядка функции $f \in L_2$ с шагом h .

Под $L_2^{(r)}$ ($r \in \mathbb{N}, L_2^{(0)} = L_2$) понимаем множество функций $f \in L_2$, у которых производные $(r-1)$ -го порядка абсолютно непрерывны, а $f^{(r)} \in L_2$.

2. При решении экстремальных задач теории приближений дифференцируемых периодических функций тригонометрическими полиномами в пространстве L_2 , связанных с нахождением точных констант в неравенствах типа Джексона – Стечкина

$$E_n(f) \leq \chi n^{-r} \omega_m(f^{(r)}, t/n)_2, \quad t > 0,$$

рассматривались различные экстремальные характеристики, приводящие к уточнению оценок сверху постоянных χ (см., например, [1-7]).

В работе [6] введена экстремальная характеристика вида

$$\chi_{m,n,r,p}(\varphi, h) := \sup_{\substack{f \in L_2^{(r)} \\ f^{(r)} \neq const}} E_{n-1}(f) \left(\int_0^h \omega_m^p(f^{(r)}, t) \varphi(t) dt \right)^{1/p}, \quad (2)$$

где $m, n \in \mathbb{N}; r \in \mathbb{Z}_+; 0 < h, \pi n; \varphi(t) \geq 0$ — суммируемая на $[0, h]$ функция, и при $0 < p, \leq 2$ доказаны следующие неравенства

$$\{A_{n,h,p}^{r,m}(\varphi)\}^{-1} \gg \chi_{m,n,r,p}(\varphi, h) \{ \inf_{n, k < \infty} A_{k,h,p}^{r,m}(\varphi) \}^{-1}, \quad (3)$$

где

$$A_{k,h,p}^{r,m}(\varphi) := 2^{m/2} (k^{rp} \int_0^h (1 - \cos kt)^{mp/2} \varphi(t) dt)^{1/p}, \quad k \leq n.$$

При вычислении точных значений n -поперечников классов функций, непосредственно вытекающих из (2), и в связи с точностью неравенства (3) возникает необходимость установления равенства

$$\inf_{n \leq k < \infty} A_{k,h,p}^{r,m}(\varphi) = A_{n,h,p}^{r,m}(\varphi), \quad (4)$$

для любой положительной суммируемой функции φ на промежутке $[0, h]$ при тех же ограничениях на указанных параметрах. В общем случае проверка условия (4) не всегда уда. Для некоторых конкретных весовых функций выполнение условия (4) доказано в работе [7]. Возникает естественный вопрос: какими структурными и дифференциальными свойствами должна обладать функция φ , чтобы выполнялось соотношение (4)? Ответ на поставленный вопрос содержится в следующем утверждении.

Теорема 1. Пусть весовая функция $\varphi(t)$, заданная на отрезке $[0, h]$, является неотрицательной и непрерывно дифференцируемой на n . Если при некоторых $r \in \mathbb{N}, 1/r < p \leq 2$ и любых $t \in [0, h]$ выполнено дифференциальное неравенство

$$(rp-1)\varphi(t) - t\varphi'(t) \geq 0, \quad (5)$$

то при любых $m, n \in \mathbb{N}$ и $0 < h \leq \pi n$ справедливо равенство

$$\chi_{m,n,r,p}(\varphi; h) = 2^{-m} n^{-r} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \varphi(t) dt \right)^{-1/p}. \quad (6)$$

Существует функция $f_0 \in L_2^{(r)}, f_0^{(r)} \neq const$, реализующая верхнюю грань в (2), равная правой части (6).

Доказательство. Воспользуемся следующим упрощенным вариантом неравенства Минковского (см., например, [9, с.~104])

$$\left(\int_0^h \left(\sum_{k=n}^{\infty} |f_k(t)|^2 \right)^{p/2} \varphi(t) dt \right)^{1/p} \geq \left(\sum_{k=n}^{\infty} \left(\int_0^h |f_k(t)|^p \varphi(t) dt \right)^{2/p} \right)^{1/2},$$

($0 < p \leq 2$; $\varphi(t) \geq 0, 0 < t \leq h$).

Действительно, имея ввиду, что для произвольной функции $f \in L_2^{(r)}$ имеет место соотношение

$$\omega_m^2(f^{(r)}; t)_2 = 2^m \sup \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} k^{2r} \rho_k^2 (1 - \cos ku)^m : |u| \leq t \right\},$$

получаем

$$\begin{aligned} & \left(\int_0^h \omega_m^p(f^{(r)}; t)_2 \varphi(t) dt \right)^{1/p} \geq \\ & \geq \left\{ \int_0^h \left[2^m \sum_{k=n}^{\infty} k^{2r} \rho_k^2 (1 - \cos kt)^m \right]^{p/2} \varphi(t) dt \right\}^{1/p} \geq \\ & \geq \left\{ 2^m \sum_{k=n}^{\infty} \rho_k^2 \left(k^{rp} \int_0^h (1 - \cos kt)^{mp/2} \varphi(t) dt \right)^{1/2} \right\}^{1/2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Легко доказать [6], что функция

$$y(x) = x^{rp} \int_0^h (1 - \cos xt)^{mp/2} \varphi(t) dt \quad (8)$$

в области $Q = \{x : x \geq n, n \in \mathbb{N}\}$ является монотонно возрастающей и

$$\min\{y(x) : x \in Q\} = y(n) := n^{rp} \int_0^h (1 - \cos nt)^{mp/2} \varphi(t) dt. \quad (9)$$

В самом деле, дифференцируя (8) будем иметь

$$y'(x) = x^{rp-1} \left\{ (1 - \cos hx)^{mp/2} h \varphi(h) + \int_0^h (1 - \cos xt)^{mp/2} [(rp-1)\varphi(t) - t\varphi'(t)] dt \right\} \geq 0,$$

откуда сразу следует соотношение (9).

Учитывая (1) и (9), продолжим неравенство (7):

$$\begin{aligned} & \dots \geq 2^{m/2} n^r \left(\int_0^h (1 - \cos nt)^{mp/2} \varphi(t) dt \right)^{1/p} \left\{ \sum_{k=n}^{\infty} \rho_k^2 \right\}^{1/2} = \\ & = 2^m n^r E_{n-1}(f) \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \varphi(t) dt \right)^{1/p}. \end{aligned} \quad (10)$$

Из неравенства (7) и (10) следует, что

$$\frac{E_{n-1}(f)}{\left(\int_0^h \omega_m^p(f^{(r)}; t)_2 \varphi(t) dt \right)^{1/p}} \leq 2^{-m} n^{-r} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \varphi(t) dt \right)^{-1/p}.$$

Так как последнее неравенство имеет место для любого $f \in L_2^{(r)}$, то мы имеем оценку сверху для величины (6):

$$\chi_{m,n,r,p}(\varphi;h) \leq 2^{-m} n^{-r} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \varphi(t) dt \right)^{-1/p}. \quad (11)$$

Оценку снизу величины (6), справедливую при всех $0 < h \leq \pi/n$, получаем для функции $f_0(x) = \cos nx \in L_2^{(r)}$, для которой

$$E_{n-1}(f_0) = 1, \quad \omega_m(f_0^{(r)}; t)_2 = 2^m n^r \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^m, \quad 0 < nt \leq \pi.$$

Имеем

$$\chi_{m,n,r,p}(\varphi;h) \geq \frac{E_{n-1}(f_0)}{\left(\int_0^h \omega_m^p(f_0^{(r)}; t)_2 \varphi(t) dt \right)^{1/p}} = 2^{-m} n^{-r} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \varphi(t) dt \right)^{-1/p}. \quad (12)$$

Требуемое равенство (6) получаем из сопоставления неравенств (11) и (12), чем и завершаем доказательство теоремы 1.

3. Под $b_N(L_2)$, $d^N(L_2)$, $d_N(L_2)$, $\lambda_N(L_2)$, $\pi_N(L_2)$ понимаем соответственно бернштейновским, гельфандовским, колмогоровским, линейным, проекционным N -поперечниками в пространстве L_2 . Указанные величины монотонно убывают по N и между ними в пространстве L_2 выполняются соотношения [15,16]:

$$b_N(L_2) \leq d^N(L_2) \leq d_N(L_2) = \lambda_N(L_2) = \pi_N(L_2). \quad (13)$$

Через $W_m(f^{(r)}; \varphi)_{p,h}$, $m \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, $0 < p \leq 2$, $0 < h \leq \pi$ обозначим среднее в p -ой степени значение модуля непрерывности порядка m от функции $f^{(r)}$ с весом

$$\varphi(t): W_m(f^{(r)}; \varphi)_{p,h} = \left(\int_0^h \omega_m^p(f^{(r)}; t)_2 \varphi(t) dt \right)^{1/p} \left(\int_0^h \varphi(t) dt \right)^{-1/p}, \quad (14)$$

а через $L_2^{(r)}(m, p, h; \varphi)$ обозначим множество функций $f \in L_2^{(r)}$, для которых $W_m(f^{(r)}; \varphi)_{p,h} \leq 1$. Следуя [3], положим

$$\mathcal{K}_{N,m,p,h}(L_2^{(r)}, L_2) = \inf \left\{ \sup \left\{ \frac{E(f, \mathfrak{S}_N)_2}{W_m(f^{(r)}; \varphi)_{p,h}} : f \in L_2^{(r)} \right\} : \mathfrak{S}_N \subset L_2 \right\},$$

$$E_{n-1}(L_2^{(r)}(m, p, h; \varphi)) = \sup \left\{ \|f - S_{n-1}(f)\|_2 : f \in L_2^{(r)}(m, p, h; \varphi) \right\}$$

Имеет место следующее утверждение.

Теорема 2. Пусть весовая функция φ , заданная на отрезке $[0, h]$, является неотрицательной и непрерывно дифференцируемой. Если при некоторых $1/r < p \leq 2, r \geq 1, r \in \mathbb{N}$ и любых $t \in [0, h]$ выполнено неравенство

$$(rp-1)\varphi(t) - t\varphi'(t) \geq 0, \quad (15)$$

то при всех $m, n \in \mathbb{N}$ и $0 < h \leq \pi/n$ справедливы равенства

$$\mathcal{K}_{2n,m,p,h}(L_2^{(r)}, L_2) = \mathcal{K}_{2n-1,m,p,h}(L_2^{(r)}, L_2) = E_{n-1}(L_2^{(r)}(m, p, h; \varphi))_2 =$$

$$\begin{aligned}
&= \delta_{2n} (L_2^{(r)}(p, h, m; \varphi), L_2) = \delta_{2n-1} (L_2^{(r)}(m, p, h; \varphi), L_2) = \\
&= 2^{-m} n^{-r} \left\{ \int_0^h \varphi(t) dt \right\}^{1/p} \left\{ \int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \varphi(t) dt \right\}^{-1/p},
\end{aligned}$$

где $\delta_k(\cdot)$ — любой из k -поперечников $b_k(\cdot), d^k(\cdot), d_k(\cdot), \lambda_k(\cdot), \pi_k(\cdot)$.

Следствие. Пусть $\varphi_*(t) = \sin^\gamma \frac{\beta}{h} t; 0 \leq \gamma \leq rp-1, r \geq 1, 1/r < p \leq 2$. Тогда имеют место равенства

$$\begin{aligned}
&K_{2n, m, p, h} (L_2^{(r)}, L_2) = K_{2n-1, m, p, h} (L_2^{(r)}, L_2) = \\
&= \delta_{2n} (L_2^{(r)}(p, h, m; \varphi_*), L_2) = \delta_{2n-1} (L_2^{(r)}(p, h, m; \varphi_*), L_2) = \\
&= 2^{-m} n^{-r} \left(\int_0^h \sin^\gamma \frac{\beta}{h} t dt \right)^{1/p} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mp} \sin^\gamma \frac{\beta}{h} t dt \right)^{-1/p},
\end{aligned}$$

где $\delta_k(\cdot)$ — любой из перечисленных выше k -поперечников.

Литература

1. Тайков Л.В. // Мат. заметки. 1979. Т.25. №2. - с.217-223.
2. Иванов В.И., Смирнов О.И. Константы Джексона и константы Юнга в пространствах L_p . Тула: ТулГУ. 1995. - 192 с.
3. Шабозов М.Ш. // Мат. заметки. 2010. Т.87. №4.- с.616-623.
4. Шабозов М.Ш., Юсупов Г.А. // Мат. заметки. 2011. Т.90. №5. - с.764-775.
5. Shabozov M.Sh., Yusupov G.A. // Journal of Approximation Theory. 2012. V.164. - Issue 1. - P.869-878.
6. Yusupov G.A. // Eurasian Math. J. 2013. V.4. - №3, - pp.120-126.
7. Yusupov G.A. // Analysis Mathematica. 2014. V.40. - №1. - pp.69-81.
8. Тихомиров В.М. Некоторые вопросы теории приближений. М.: МГУ. 1976. - 325 с.
9. Pinkus A. n -Widths in Approximation Theory. Berlin: Springer-Verlag. 1985. - 252 p.

УДК 541.64:539.2

ОКИСЛЕНИЕ КИСЛОРОДОМ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ZN5AL С ТИТАНОМ, В ТВЁРДОМ СОСТОЯНИИ**Аминов Ф.М.¹, Алиев Дж.Н.¹, Ганиев И.Н.²**ТТУ им. академика М.С. Осими¹, (г. Душанбе, РТ)Институт химии им. В.И. Никитина НАНТ² (г. Душанбе, РТ)

jamshed-7206@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования кинетики окисления легированного титаном сплава Zn5Al в газовой среде. Показано, что интенсивное повышение скорости окисления во времени наблюдается в начальных стадиях процесса. Образующаяся оксидная плёнка состава ZnO, Al₂O₃ и TiO₂ имеет пониженные защитные свойства в начальных стадиях, и по мере нарастания толщины процесс окисления прекращается. Легирование титаном сплава Zn5Al уменьшает скорость его окисления, что сопровождается ростом кажущейся энергии активации процесса окисления.

Ключевые слова: цинково-алюминиевый сплав Zn5Al, титан, кинетика окисления, истинная скорость окисления, кажущаяся энергия активации.

OXIDATION OF THE GAS PHASE OF THE ZINC ALLOY ZN5AL SOLID TITANIUM

Annotation. The paper presents the results of a study of the kinetics of oxidation of titanium-alloyed Zn5Al alloy in a gas medium. It was shown that an intense increase in the rate of oxidation over time is observed in the initial stages of the process. The resulting oxide film of the composition ZnO, Al₂O₃, and TiO₂ has reduced protective properties in the initial stages, and as the thickness increases, the oxidation process stops. Doping of Zn5Al alloy with titanium reduces its oxidation rate, which is accompanied by an increase in the apparent activation energy of the oxidation process.

Keywords: zinc-aluminum alloy Zn5Al, titanium, oxidation kinetics, true oxidation rate, apparent activation energy.

В последние годы интерес к проблемам окисления металлов значительно возрос. Реакции окисления имеют очень большое практическое значение. К традиционным проблемам изыскания жаростойких металлических материалов, предназначенных для изготовления нагревателей, печей, теплообменников, в настоящее время добавился ряд задач, появившихся в связи с развитием новых отраслей техники, таких как ракетостроение, производство полупроводниковых материалов, спекание металлических порошков и др. [1].

Развитие современной техники предъявляет все новые и более жесткие требования к конструкционным материалам. От них требуется длительная и надежная работа в условиях высоких температур и давлений, агрессивных сред и высоких нагрузок. Наиболее широко используемыми в различных сочетаниях таких экстремальных условиях были и остаются металлы [2].

Так как чистые металлы редко используются в качестве конструкционных материалов, вопросы окисления сплавов, особенно методы повышения их сопротивления окислению, являются с прикладной точки зрения наиболее

важными аспектами высокотемпературного окисления металлов, сплавов и соединений [3-5].

Понимание поведения металла при окислении требует знания кинетики и скоростей реакции, их зависимости от температуры и давления кислорода, а также состава и структуры продуктов реакций [6].

Окисление металлов при высоких температурах приводит в большинстве случаев к образованию на поверхности металла оксидной пленки, или окалина. Механизм окисления зависит от природы окалина, т.е. от того, в твердом или жидком состоянии образуется оксид, и не испаряется ли он частично при этом. Если образуется твердая окалина, то характер окисления зависит еще и от ее плотности или пористости [7].

Плотная окалина служит преградой, разделяющей металл и газообразный кислород. Если на поверхности оксида находится достаточное количество кислорода, то скорость окисления при высоких температурах определяется диффузией в твердом состоянии через плотную окалину, например, объемной диффузией. Плотная окалина обладает наилучшими защитными свойствами и с практической точки зрения представляет собой самую важную особенность окисления металлов [8].

Один из наиболее распространенных способов защиты металлов от коррозии – это использование цинково-алюминиевых покрытий. Эффективность покрытия оценивается как комплекс функциональных свойств (противокоррозионных, декоративных, противообрастающих, износостойких и пр.) на протяжении срока службы покрытия. Таким образом, решающим фактором выбора того или иного варианта покрытия является его долговечность. При этом учитывается, что затраты на восстановление покрытия часто превышают затраты на его первичное нанесение, а качество восстановленных покрытий заведомо ниже первоначальных [9, 10]. Расширение областей применения цинково-алюминиевых покрытий требует систематических исследований физико-химических и коррозионных свойств сплавов. В литературе отсутствуют сведения о влиянии титана на коррозионную стойкость сплава Zn5Al (Гальфан I), как в обычных условиях, так и при высоких температурах.

Цель настоящей работы заключается в изучении влияния добавок титана и температуры на кинетику окисления цинкового сплава Zn5Al, в твердом состоянии. Для изучения окисления сплавов использовался метод непрерывного взвешивания образцов, применяемый обычно при изучении высокотемпературной коррозии металлов [11]. Этот метод позволяет определить кинетические параметры процесса окисления металлов и сплавов. К достоинствам данного метода следует отнести относительную простоту аппаратного оформления и возможности его использования при высоких температурах.

Для исследования влияния титана на кинетику окисления сплава Zn5Al были синтезированы серия сплавов с содержанием титана от 0.01 до 0.5% (по массе). Процесс окисления цинково-алюминиевого сплава Zn5Al, легированного

Зтитаном различной концентрации, исследован при температурах 523, 573 и 623К по методике описанном в работе [12].

Кинетические кривые сплава Zn5Al, содержащего титан (рис.) характеризуются относительно растянутым процессом формирования оксидной плёнки по сравнению с исходным сплавом. Такой механизм окисления объясняется образованием оксидов сложного состава на поверхности образцов, которые характеризуются более высокими защитными свойствами. Динамика роста удельной массы образцов в зависимости от времени и температуры для цинково-алюминиевого сплава Zn5Al с титаном показывает, что с повышением температуры увеличивается скорость окисления (рис.1). Характер кинетических кривых окисления сплавов показывает, что окисление в начальных стадиях протекает интенсивно, о чем свидетельствует рост величины удельной массы образцов. Истинная скорость окисления сплава Zn5Al в зависимости от температуры изменяется в пределах от $2,10 \cdot 10^{-4}$ до $3,62 \cdot 10^{-4}$ $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$, соответственно при температурах 523К и 623К. Кажущаяся энергия активации процесса окисления, вычисленная по тангенсу угла наклона прямой зависимости $\lg K - 1/T$ составляет 128,84 кДж/моль (табл.1).

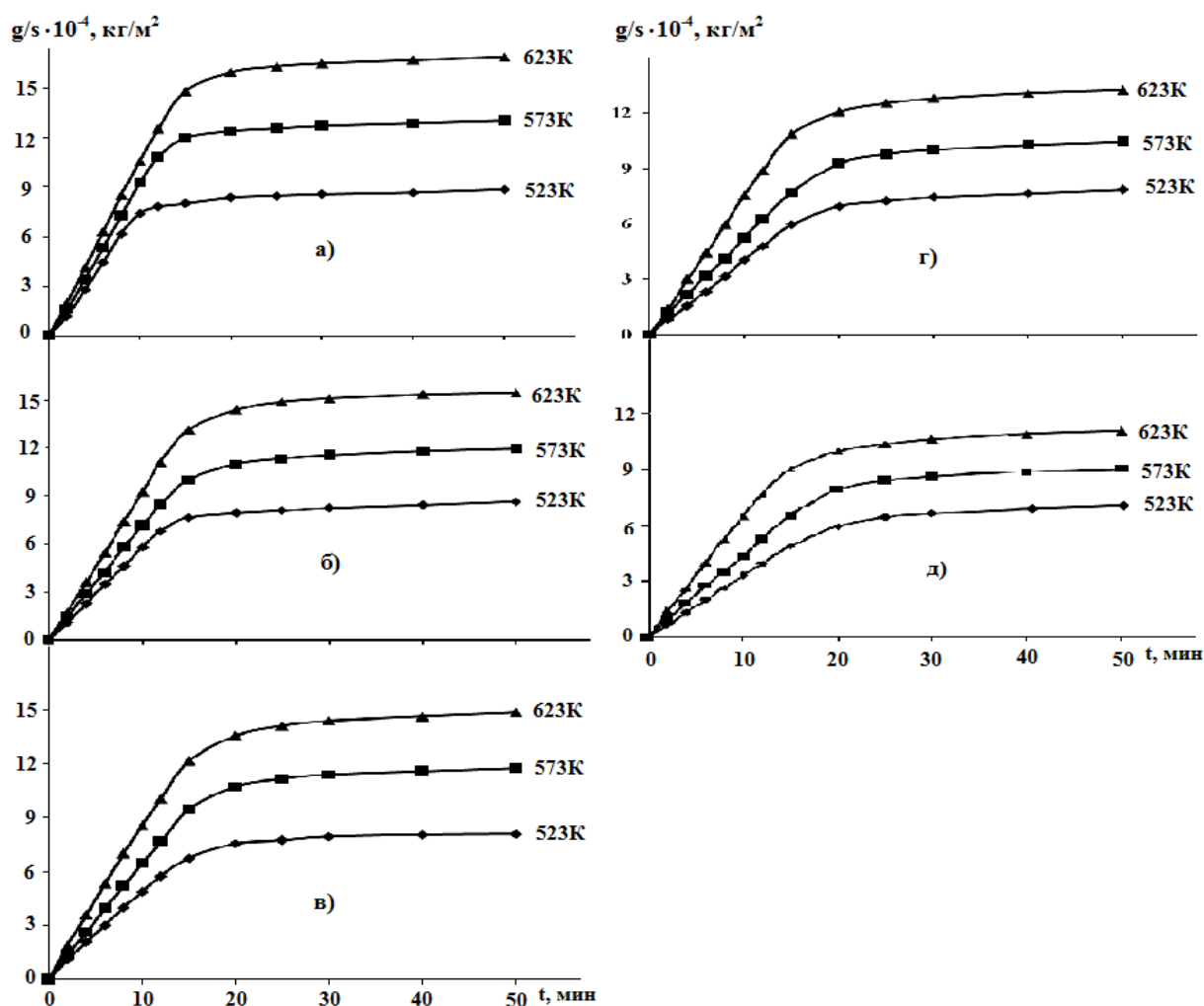


Рисунок 1 - Кинетические кривые окисления сплава Zn5Al (а) с титаном, мас. %: 0.01(б); 0.05 (в), 0.1 (г); 0.5 (д), в твердом состоянии.

Легирование цинково-алюминиевого сплава Zn5Al в интервале от 0.01 до 0.5 мас.% титаном способствует уменьшению истинной скорости окисления и соответственно увеличению кажущейся энергии активации окисления. Так если при температурах 573 и 623К значение истинной скорости окисления сплава содержащего 0.01 мас.% титана, изменяется от $1.91 \cdot 10^{-4}$ до $3.53 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·с⁻¹, с энергией активации 137,84 кДж/моль, то при этих же температурах скорость окисления сплава Zn5Al, содержащего 0.05 и 0.1 мас.% титана, характеризуется величинами $1.77 \cdot 10^{-4}$; $3.38 \cdot 10^{-4}$ и $1.58 \cdot 10^{-4}$; $3.26 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·с⁻¹ и при этом значение кажущейся энергии активации составляет 144,06 и 158,12 кДж/моль, соответственно (табл.1).

Таблица 1 - Кинетические и энергетические параметры процесса окисления цинкового сплава Zn5Al с титаном, в твёрдом состоянии

Содержание титана в сплаве, мас. %	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$, кг·м ⁻² ·с ⁻¹	Кажущаяся энергия активации окисления, кДж/моль
0,0	523К	2,10	128,84
	573К	2,71	
	623К	3,62	
0,01	523К	1,91	137,84
	573К	2,56	
	623К	3,53	
0,05	523К	1,77	144,06
	573К	2,44	
	623К	3,38	
0,1	523К	1,58	158,12
	573К	2,27	
	623К	3,26	
0,5	523К	1,34	179,90
	573К	2,03	
	623К	3,08	

Выводы.

Исследован процесс окисления сплава Zn5Al, содержащего 0,01; 0,05; 0,1; 0,5 мас.% титана кислородом воздуха при температурах 523К, 573К и 623К, методом высокотемпературной термогравиметрии, в твердом состоянии.

Установлены кинетические параметры процесса окисления сплавов с титаном при указанных температурах. Выявлено, что скорость окисления уменьшается с ростом содержания титана в сплаве Zn5Al, что сопровождается соответствующим увеличением величины кажущейся энергии активации от 128.84 до 179.90 кДж/моль.

Литература

1. Бенар Ж. Окисление металлов. Теоретические основы. / Ж. Бенар. - М.: Металлургия, 1968. - 499 с.
2. Алиев Дж.Н., Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Цинк-алюминиевые защитные покрытия нового поколения - Берлин: Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing GmdH & Co. KG, 2013, 130 с.
3. Кофстад, П.Н. Высокотемпературное окисление металлов /П.Н. Кофстад. - М.: Мир, 1969. - 392 с.
4. Лепинских, Б.М. Об окислении металлов и сплавов кислородом из газовой фазы / Б.М. Лепинских, В.И. Киселев// Металлы. - 1974. - № 5. - С. 51 - 54.
5. Кубашевский, О. В. Окисление металлов и сплавов / О.В. Кубашевский, Б.А. Гопкинс. - М.: Металлургия, 1968. - 428 с.
6. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. - М.: Металлургия, 1976. - 472 с.
7. Введение в высокотемпературное окисление металлов/ Н. Биркс, Дж. Майер, Пер. с англ. / Под ред. Е. А. Ульянина. - М.: Металлургия, 1987. - 184 с.
8. Баре, П. Кинетика гетерогенных процессов / П. Баре. - М.: Мир, 1976. - 276 с.
9. Лепинских, Б.М. Окисление жидких металлов и сплавов / Б.М. Лепинских, А.А. Китаев, А.А. Белоусов. - М.: Наука, 1979. - 116 с.
10. Самсонов Г.В., Борисова А.Л., Жидкова Т.Г, Знатокова Т.Н. и др. Физико-химические свойства окислов. Справочник. М.: Металлургия, 1978 - 472 с.
11. Ганиев И.Н., Алиев Дж.Н., Ганиева Н.И., Обидов З.Р. Окисление сплава Zn5Al, легированного барием, кислородом газовой фазы // Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, Т. 54., №5. - С. 381-385.
12. Алиев Дж.Н., Ганиева Н.И., Ганиев И.Н. Окисление сплава Zn55Al, легированного барием, кислородом газовой фазы // Доклады АН Республики Таджикистан, 2013, Т. 56. №12. - С. 986-990.

УДК 620.193:669.017

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЁМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК9М2

Ашурматов Д.Т., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф., Гулов С.С.
Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими
gulov72@mail.ru

Аннотация. В режиме «охлаждения» экспериментально исследована температурная зависимость теплоёмкости и изменений термодинамических функций алюминиевого сплава АК9М2. Показано, что с ростом температуры теплоёмкость и термодинамические функции сплавов растут.

Ключевые слова: алюминиевый сплав АК9М2, режим «охлаждения», теплоёмкость, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.

TEMPERATURE DEPENDENCE OF HEAT CAPACITY AND CHANGE OF THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ALUMINUM ALLOY AK9M2

Annotation. In the “cooling” mode, the temperature dependence of the heat capacity and changes in the thermodynamic functions of the AK9M2 aluminum alloy was experimentally investigated. It is shown that with increasing temperature, the heat capacity and thermodynamic functions of the alloys increase with rising temperature.

Keywords: AK9M2 aluminum alloy, “cooling” mode, heat capacity, enthalpy, entropy, Gibbs energy

Непрерывный технический прогресс в автомобилестроении, тракторостроении и других отраслях народного хозяйства требует значительного увеличения объема производства различных сплавов цветных металлов и повышения их качества. Алюминию и сплавам на его основе принадлежит особое место в выполнении этой задачи. Сравнительно небольшая плотность в сочетании с высокими механическими характеристиками, а также значительные сырьевые ресурсы способствуют широкому внедрению алюминия и его сплавов в различные отрасли промышленности. Алюминиевые сплавы применяют в машиностроении вместо стали, чугуна и других материалов с целью обеспечения снижения металлоемкости конструкций, т.е. отношения массы машины к ее мощности. Как следует из литературных данных, такое развитие сохранится и в будущем [1-3].

Данные о термодинамических функциях сплава АК9М2 от температуры в литературе не представлены. Теплоёмкость сплава измеряли в режиме «охлаждения» по методике, описанной в работах [4-10].

Исследуемые объекты имели цилиндрическую форму диаметром 16 мм и высотой 30 мм. Для измерения температуры использован измеритель DigitalMultimeter UT71B, который позволял произвести прямую фиксацию результатов измерений на компьютере в виде таблицы. Точность измерения температуры составила 0.1⁰С. Вся обработка результатов измерений производилась с помощью программы MSExcel. Графики строились по программе SigmaPlot. Значения коэффициента корреляции составляли величину более $R_{\text{корр}} \geq 0,999$, подтверждая правильность выбора аппроксимирующей функции.

Экспериментально полученные зависимости температуры образцов из сплава АК9М2 от времени охлаждения описываются уравнением вида:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \left[(T_1 - T_0) e^{-t/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-t/\tau_2} \right]. \quad (1)$$

Дифференцируя уравнение (1) по t_2 , получаем уравнение для скорости охлаждения образцов

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2} \left[-\left(\frac{T_1 - T_0}{t_1} \right) e^{-t/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{t_2} \right) e^{-t/\tau_2} \right]. \quad (2)$$

Скорость охлаждения образцов нами был рассчитан по уравнению (2). В таблице для исследованных сплавов представлены значения коэффициентов ΔT_{01} , t_1 , ΔT_{02} , t_2 в уравнении (2).

Таблица - Значения коэффициентов $\Delta T_1, \tau_1$, $\Delta T_2, \tau_2$ в уравнении (2) для сплава АК9М2 и эталона.

Образец	$T_1 - T_0, K$	t_1, c	$T_2 - T_0, K$	t_2, c	$(T_1 - T_0)/\tau_1, K/c$	$(T_2 - T_0)/\tau_2, K/c$	T_0, K
Сплав АК9М2	153,04	693,77	333,96	2363,95	0,22	0,14	298,18
Эталон (Cu марки М00)	388.04	129.62	376.28	466.72	2.99	0.81	298.83

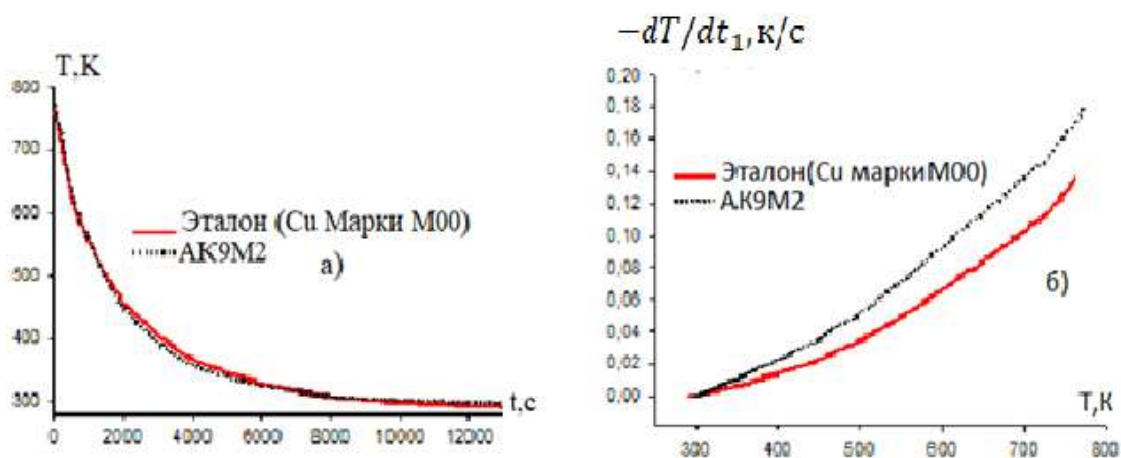


Рисунок 1 - Кривые охлаждения (а) и скорости охлаждения (б) образцов из алюминиевого сплава АК9М2 и эталона (Cu марки М00).

Используя скорость охлаждения эталона и измеряемого образцов из сплава АК9М2, определяем удельную теплоёмкость сплава АК9М2 по формуле(3)

$$C_{P_2}^0 = C_{P_1}^0 \frac{m_1}{m_2} \frac{\left(\frac{dT}{dt}\right)_1}{\left(\frac{dT}{dt}\right)_2} \quad (3)$$

С помощью программы Sigma Plot, обрабатывая полученные в результате эксперимента и имеющие литературные данные по теплоёмкости было получено следующее уравнение для температурной зависимости удельной теплоемкости (Дж/кг·К) сплава АК9М2 в интервале температур 300 - 800 К

$$C_p^{0AK9M2} = 0,3544 + 0,0038 - 7,36 \cdot 10^{-6}T^2 + 4,99 \cdot 10^{-9}T^3 \cdot (R^2 = 0,999) \quad (4)$$

График температурной зависимости удельной теплоемкости сплава АК9М2 приведена на рис.2 Видно, что с ростом температуры теплоёмкость сплава АК9М2 увеличивается.

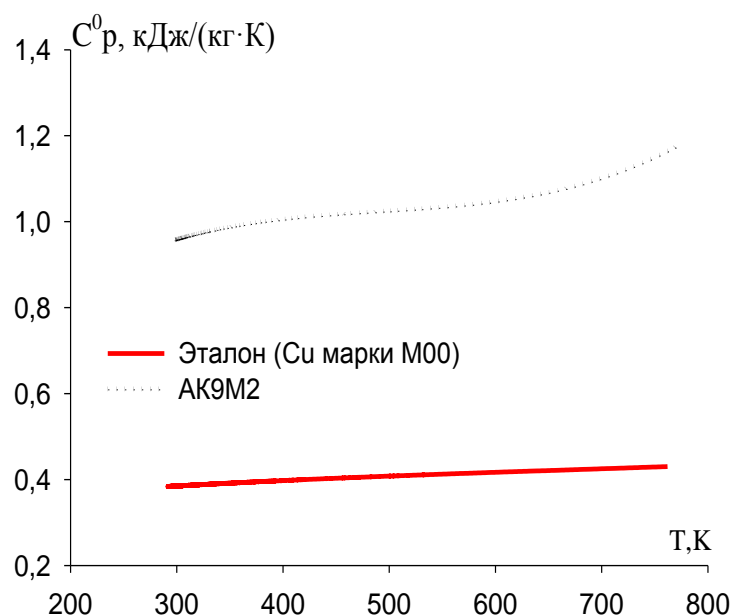


Рисунок 2 - Температурная зависимость удельной теплоемкости сплава АК9М2 и эталона (Cu марки М00).

Для расчета температурной зависимости изменений термодинамических функций энтальпии, энтропии и энергии Гиббса сплава АК9М2 были использованы интегралы от удельной теплоемкости (кДж/(кг·К)) по уравнению (4):

$$[H^{\circ}(T) - H^{\circ}(T_0)] = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4); \quad (5)$$

$$[S^{\circ}(T) - S^{\circ}(T_0)] = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3); \quad (6)$$

$$[G^{\circ}(T) - G^{\circ}(T_0)] = [H^{\circ}(T) - H^{\circ}(T_0)] - T[S^{\circ}(T) - S^{\circ}(T_0)], \quad (7)$$

где $T_0 = 273,15\text{K}$

Результаты расчета изменений энтальпии, энтропии и энергия Гиббса для сплава АК9М2 представлены на рис. 3.

Таким образом, показано, что с ростом температуры удельная теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплава АК9М2 увеличиваются, а значения энергии Гиббса уменьшаются.

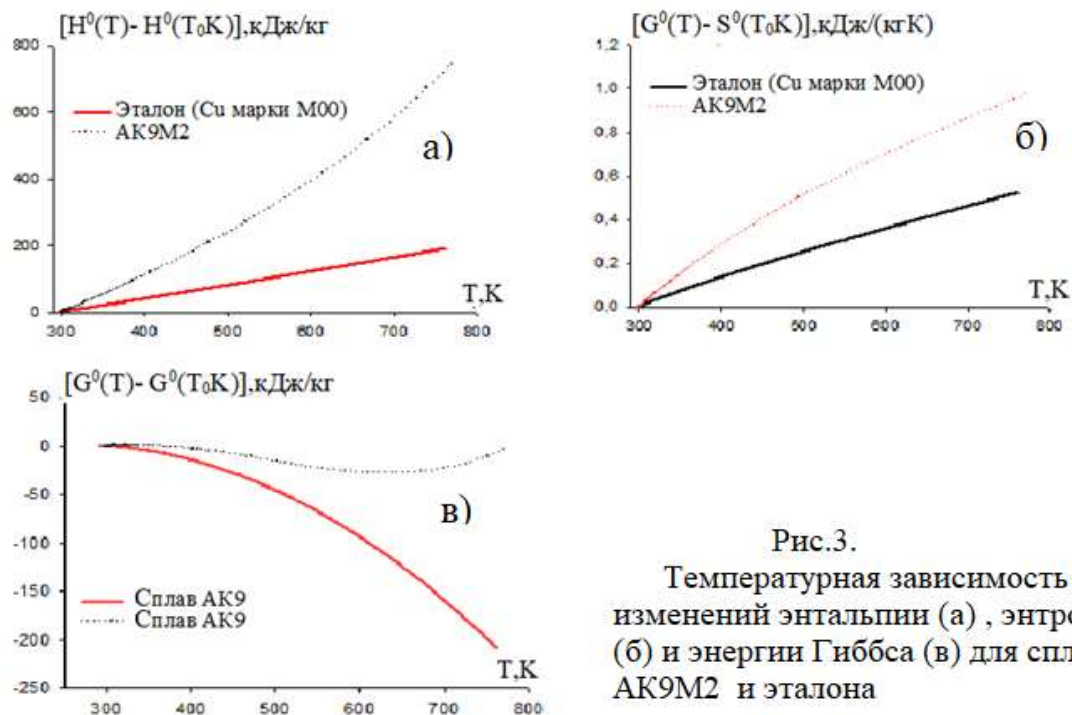


Рис.3.
Температурная зависимость изменений энтальпии (а), энтропии (б) и энергии Гиббса (в) для сплава АК9М2 и эталона

Литература

1. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: СГТУ. 2013. 81с.
2. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общ. редакцией И.Н. Фридляндера. Киев: Коминтех. 2005. 365с.
3. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376 с.
4. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А. Теплофизические и термодинамические свойства сплавов свинца с щелочноземельными металлами. // Германия: Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 152с.
5. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А., Эшов Б.Б, Низомов З. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплавов системы Pb-Sr // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014, т.6, №6, С.38-42.
6. Ganiev, I.N. N.M. Mulloeva, Z. Nizomov, F.U. Obidov, N. F. Ibragimov Temperature dependence of the specific heat and thermodynamic functions of alloys of the Pb-Ca system // High Temperature, 2014, vol.52, iss. 1, p.138-140.
7. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Низомов З., Ганиева Н.И., Иброхимов С.Ж. Влияние церия на теплофизические свойства сплава АМг2 //Физика металлов и металлостроения. 2016. Т.117. №1. С.53-57.
8. Низомов З., Б.Н., Ганиев И.Н., Саидов Р.Х, Обидов Ф.У., Эшов Б.Б. Исследование температурной Гулов зависимости удельной теплоемкости алюминия марок ОСЧ и А7 // Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, Т.54.№1. С.53-59.

9. Иброхимов С.Ж., Эшов Б.Б., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф. Влияние скандия на физико-химические свойства сплава АМг4 // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. т.16. №4. С.256-260.
10. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И. Н., Ганиева Н.И. Влияние иттрия на теплофизические свойства сплава АМг2//Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. №2(67). 2017. -С. 177-187.

УДК: 546.05+546.06

Fe₂O(SeO₃)₂, Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O₅]Cl: СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

**Ахроров А.Ю.¹, Мухаммадалиев К.² Бердоносков П.С.³, Козлякова Е.С.³,
Холов А.А.¹**

*Физико-технический институт имени С.У. Умарова АНРТ¹ (г.Душанбе, РТ),
Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова² (г.Душанбе, РТ)
МГУ имени М.В. Ломоносова³ (г.Москва, РФ)
akhrorov.akhtad@mail.ru*

Аннотация. Методами гидротермального синтеза и газового химического транспорта синтезирован и магнитно охарактеризован Fe₂O(SeO₃)₂. Показано, что при 105K в указанном селените наблюдается АФ упорядочение. Эти данные хорошо согласуются с данными мессбауэровской спектроскопии. Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O₅]Cl был синтезирован методом газового химического транспорта. Было найдено, что Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O₅]Cl кристаллизуется в моноклинной сингонии пр.гр. P2₁/c с параметрами элементарной ячейки a=5.183Å, b=15.521Å, c=7.128Å и β=107.16°.

Ключевые слова: Гидротермальный синтез, газовый химический транспорт, селениты, магнитная свойства, мессбауэровская спектроскопия.

Fe₂O(SeO₃)₂, Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O₅]Cl: SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE AND MAGNETIC PROPERTIES

Abstract. Hydrothermal synthesis and chemical vapor transport (CVT) synthesized and magnetically characterized Fe₂O(SeO₃)₂. It is shown that at 105K in this selenite AF ordering is observed. These data are in good agreement with the data of Mössbauer spectroscopy. Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O₅]Cl was synthesized by CVT. It was found that Fe[(Te_{1.5}Se_{0.5})O₅]Cl crystallizes in the monoclinic space group P2₁/c with unitcell parameters a=5.183Å, b=15.521Å, c=7.128Å and β=107.16°.

Keywords: Hydrothermal synthesis, chemical vapor transport, selenite, magnetic property, Mössbauer spectroscopy.

Соединения, содержащие в своем составе селенитные группировки, привлекают внимание исследователей благодаря ярко выраженному стереохимическому эффекту неподеленной электронной пары Se (IV). По оценкам, пара электронов занимает в структуре объем, сравнимый с объемом O²⁻ аниона [1]. Наличие в селенитах таких электронных пар приводит к тому, что в

кристаллической структуре возникают полости, каналы или образуются слои. Галогенид анионы, обладающие, как правило, небольшими координационными числами, способствуют усилению этой тенденции. Введение в состав селенитов катионов с неспаренными электронами может приводить к тому, что такие катионы образуют магнитную подрешетку, размерность которой будет отличаться от трехмерной. В качестве носителей магнитного момента для подобных магнитных структур пониженной размерности наиболее перспективны катионы 3d-металлов [2]. В настоящий момент наиболее изученными с точки зрения образования магнитных подсистем пониженной размерности являются соединения катионов 3d-металлов, спин которых равен 1/2 или 1. Можно предположить, что и ионы с большими значениями спина способны образовывать магнитные подрешетки пониженной размерности в селенитах.

Настоящее исследование посвящено поиску сложных селенитов железа (III) с целью обнаружения соединений с магнитной подсистемой пониженной размерности. Разработанная нами методика получения селенита железа $\text{Fe}_2\text{O}(\text{SeO}_3)_2$ позволила охарактеризовать его магнитные свойства. Показано, что при 110 К в указанном селените наблюдается АФ упорядочение. Эти данные хорошо согласуются с данными мессбауэровской спектроскопии

В работе также получен новый смешанный теллури-селенит железа состава $\text{Fe}[(\text{Te}_{1.5}\text{Se}_{0.5})\text{O}_5]\text{Cl}$. Несмотря на близость состава новой фазы к известному теллури-хлориду $\text{FeTe}_2\text{O}_5\text{Cl}$ [3], новое соединение обладает принципиально иной структурой, в которой октаэдры FeO_5Cl объединяются в димеры $[\text{Fe}_2\text{O}_8\text{Cl}_2]^{12-}$ (рис. 1). В результате расстояние между ионами Fe^{3+} двух октаэдров димера составляет 3.30\AA , что должно предполагать наличие магнитного обмена между ними. В описываемой структуре наблюдаются две позиции атомов халькогена, одна из которых заселена только теллурием, а вторая равновероятно селеном и теллурием.

Магнитная подсистема $\text{Fe}[(\text{Te}_{1.5}\text{Se}_{0.5})\text{O}_5]\text{Cl}$ состоит из димеров $[\text{FeO}_5\text{Cl}]-[\text{FeO}_5\text{Cl}]$, соединенных тетраэдрами $[(\text{Se}/\text{Te})\text{O}_3]$ в цепочки лестничного типа. Между собой цепочки связаны $[\text{Te}_2\text{O}_6]$ -группой (Рис. 1) и образуют достаточно разделённые слои.

Температурная зависимость магнитной восприимчивости $\chi(T)$ $\text{Fe}[(\text{Te}_{1.5}\text{Se}_{0.5})\text{O}_5]\text{Cl}$ показывает широкий максимум при 65 К и переход в магнитоупорядоченное состояние при $T_N=23$ К, который был подтвержден температурной зависимостью теплоёмкости. Максимум на кривой $\chi(T)$ при 65 К является корреляцией ближнего порядка, что является характерной чертой пониженной размерности магнитной подсистемы.

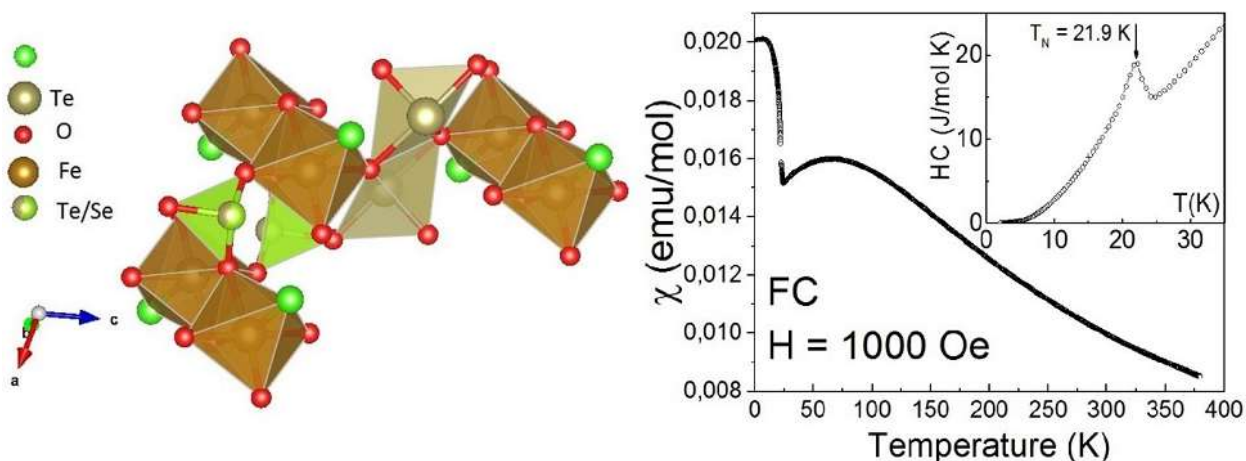


Рисунок 1 - Пути обменного взаимодействия в $\text{Fe}[(\text{Te}_{1.5}\text{Se}_{0.5})\text{O}_5]\text{Cl}$ через Fe-O-Fe, $[(\text{Te}/\text{Se})\text{O}_3]^{2-}$ и $[\text{Te}_2\text{O}_6]$ группы (левая). Магнитная восприимчивость $\chi(T)$ (правая) и теплоёмкость $C_p(T)$ (вставка).

Литература

1. Galy J., Meunier G., Andersson S., Aström A. // J. Solid State Chem. 1975. Vol. 13. P.142.
2. Lemmens P., Millet P. Chapter «Spin–Orbit–Topology, a triptych». In: Quantum Magnetism. Lecture Notes in Physics: Springer-Verlag, 2004.
3. Becker R, Johnsson M., Kremer R.K. et al. // J. Am. Chem. Soc. 2006. Vol. 128. P. 15469.

УДК 549.02, 549.08

ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬСИОННОЙ МИКРОКАПСУЛЫ НА ОСНОВЕ СЕРИЦИНА И НИЗКОМЕТИЛИРОВАННОГО ПЕКТИНА

Каримова М.О.¹, Мухидинов З.К.²

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе¹ (г. Душанбе, РТ)

Институт химии им. В.И. Никитина НАН РТ² (г. Душанбе, РТ)

zainy@mail.ru

Аннотация. Разработан способ микрокапсулирование активного ингредиента ПФС в эмульсии масла в воде стабилизированным белком серицина и пектина. Дана характеристика полученных эмульсий при различных соотношениях белка и пектина. Показано, что максимальный объем эмульсии получается при соотношении белок/пектин 10:1. При этом другие изученные соотношения белок/пектин также показали высокую стабильность эмульсии.

Ключевые слова: Эмульсия, микрокапсулы, серицин, низкометилированный пектин.

OBTAINING EMULSION MICROCAPSULES BASED ON SERICIN AND LOW METHYLATED PECTIN

Abstract. A method has been developed for microencapsulation of the active ingredient PPS in an oil in water emulsion with a stabilized protein of sericin and pectin. The characteristics of the emulsions obtained are given at various ratios of protein and pectin. It was shown that the maximum emulsion volume is obtained with a protein / pectin ratio of 10: 1. Although other studied protein / pectin ratios also showed high stability of the emulsion.

Keywords: Emulsion, microcapsules, sericin, low methyl pectin.

Введение. Микрокапсулирование- это процесс заключения мелких частиц вещества в тонкую оболочку пленкообразующего материала. В результате микрокапсулирования получают продукт в виде отдельных микрокапсул размером от долей микрона до сотен микрон.

Существуют методы микрокапсулирования и они разделены на три основные группы:

- физико-химические методы;
- химические методы;
- физические методы.

Эмульсия – это дисперсная система, представляющая собой смесь двух жидких несмешивающихся веществ, в которой одно вещество образует дискретную фазу(капли) и равномерно распределено в другом веществе, формирующем непрерывную фазу. К препаратам на эмульсионной основе относятся кремы, косметическое молочко. Эмульсия всегда непрозрачна в связи с оптической неоднородностью фаз.

Пектин - это биополимер (полисахарид состоящей из галактуроновых кислот и нейтральных сахаров). Пектин и пектинсодержащие продукты относятся к пищевой и фармацевтической промышленности. В пищевой промышленности пектин применяют в качестве загустителя при производстве зефира, мармелада, джема. Пектин способствует снижению холестерина, выводит из организма токсины и тяжелые металлы. Пектин- профилактический продукт применяется как добавка ко многим лекарствам, для снижения их побочных действий. Промышленная технология получения пектиновых основана на применении кислотного гидролиза при высоких температурах и длительном времени.

Серицин – это белок, входящий в состав шелка вырабатываемого гусеницами тутового шелкопряда. Шёлковые нити шелкопряда состоят из фибрилл и покрывающего их клееобразного белкового слоя, обеспечивающего склеивание фибрилл в процессе формирования кокона гусеницей. Фибриллы состоят из белка фиброина, состоящего из лёгкой и тяжёлой цепей с молекулярными массами 25 и 325 кда. Снаружи фибриллы покрыты клейким белком серицином, он является водорастворимым белком и при кипячении шёлка серицин выходит в раствор и образует клейкую массу.

Целью настоящей работы является приготовление микрокапсул на основе комплексообразования высокометилированного яблочного пектина(ВМЯ) с концентратом селицина в системе эмульсии масло/вода(О/В). В данных целях мы использовали яблочный пектин, полученный методом экстракции и охарактеризованный содержанием галактуроновой кислоты(ГК) – 68%, степенью этерификации (СЭ) карбоксильной группы, равной 52% и

молекулярной массой (M_w) – 130 КД; концентрата β – селицина(β - LgC), выделенного из молочной сыворотки. В качестве лекарственного препарата был использован нестероидный противовоспалительный препарат – пироксикам.

Экспериментальная часть

Объектом исследования являлись: НМ-пектины, полученные из яблочных выжимок на пилотной установке (ПАПО Шахринав, Республики Таджикистан), с содержанием галактуроновой кислоты (ГК, %) 58.6%, степенью этерификации (СЭ, %) 38.0 и молекулярной массой (M_w) 119 КД (далее обозначенные как НМЯ); корзинок подсолнечника, полученных методом быстрого гидролиза, с содержанием ГК 82.0%, СЭ 35.5% и M_w 72.6 КД (НМП); коммерческий цитрусовый пектин (LM – 12CG, CP Kelco, Wilmington USA) с содержанием ГК 69.0%, СЭ 31.0%, M_w 212 КД(НМЦ). Концентрат селицина (LgC), выделенного из молочной сыворотки, содержал: 37,35% β -LgA, 52.9% β -LgB и 9.7% α - LgA (обозначенный как LgC). В качестве ЛВ был использован нестероидный противовоспалительный препарат – пироксикам (PX).

- *Приготовление растворов белка и пектина*
- *Приготовление буферных растворов*
- *Процесс приготовления эмульсии*

Эмульсии приготовили следующим образом: брали определенный объем масла, раствора полифенольных соединений белка, а затем гомогенизировали их в течении 15 минут при 1200 об/мин и температуре 60 градусов. В полученную первичную эмульсию, не прекращая гомогенизацию и не меняя температуру, по каплям добавляли определенный объем раствора пектина и гомогенизировали 10 минут при 6000 об/мин и ещё 10 минут при 1200 об/мин. Получили вторичную эмульсию. Объемы растворов, взятых для приготовления эмульсий, приведены в таблице 1. После приготовления каждой эмульсии, измерили её pH и общий объем после охлаждения, которые приведены в таблице.

Результаты

Микрокапсулы получали методом двухстадийного формирования в эмульсии масла в воде в присутствии противоионов натрия. Эмульсии хранили при комнатной температуре в течение 24 ч, затем проводили оценку устойчивости по объёму, количеству микрокапсул в 1 мл, размеру и распределению частиц микроскопическим методом. Количество частиц и их размеры определяли на микроскопе Motic type 102 M (Motic Instrument INC, Canada) с использованием компьютерной программы Motic Image Advanced 3.2. Размер частиц представлял собой объёмно-весовой средний диаметр d_{43} . Все измерения были выполнены на двух свежеприготовленных образцах, результаты представлены как средневычисленные.

Все эксперименты проводили дважды, в некоторых случаях трижды, с использованием свежеприготовленных эмульсий, результаты представлены как средне-стандартно вычисленные.

Объём эмульсии LgC/НМП с увеличением доли протеина постепенно увеличивался и принимал максимальное значение (24.2 мл) при достижении мольного соотношения биополимеров. В данных условиях объёмы эмульсии

увеличились более чем в 7 раз, по сравнению с эмульсиями, приготовленными в водной среде. В отличие от эмульсионных микрокапсул, полученных на основе ВМ-пектинов, устойчивость и захват ЛВ зависели от соотношения биополимеров. Количество адсорбированного ЛВ постепенно увеличивалось с возрастанием доли одного из биополимеров в эмульсионной среде. Увеличение количества пектина и протеина в системе привело к кремообразованию эмульсии, в большей степени с увеличением мольной доли пектина и в меньшей с увеличением протеина.

Если микрокапсулы с высокой стабильностью формировались при мольном соотношении LgC/НМП 13, то степень захвата ЛА была больше у микрокапсул при мольном соотношении LgC/НМП 40. Высокая степень захвата ЛВ была также у микрокапсул с преобладающей долей пектина, которые формировали плотный слой крема.

Объемы растворов, взятых для приготовления эмульсий, приведены в таблице 1. После приготовления каждой эмульсии, измерили ее рН и общий объем после охлаждения, которые также приведены в таблице.

Таблица 1 - Стабильность эмульсии от времени хранения.

Время	10:01			5:01			3:01			Конт (5:01)		
	V _{общий} Мл	V _{эмульсия} мл	V _{эмульсия/крем} мл	V _{общий} мл	V _{эмульсия} мл	V _{эмульсия/крем} мл	V _{общий} мл	V _{эмульсия} мл	V _{эмульсия/крем} мл	V _{общий} Мл	V _{эмульсия} мл	V _{эмульсия/крем} мл
30.09.2019	20,2	18,2	2	20	18	2	20	2,2	17,8	20	17,4	2,6
01.10.2019	20,2	17,8	2,4	20	17	3	20	2,8	17,2	20	17,2	2,8
02.10.2019	-	17,6	2,6	-	17	3	-	2,8	17,2	-	17	3
03.10.2019	-	17,6	2,6	-	17	3	-	2,8	17,2	-	17	3
04.10.2019	20,2	17,4	3,8	20	16,6	3,4	20	3	17	20	16,8	3,2

14.10.2019	20,2	17,4	3,8	20	16,6	3,4	20	3	17	20	16,8	3,2
------------	------	------	-----	----	------	-----	----	---	----	----	------	-----

Таблица 2 - Промывка свободного ПФС для определения количества инкапсулировано ПФС

Сери ц./ПЯ	D ₇₆₄											
	Маточник 1 (первая промывка) 27.10.2019				Маточник 2 (вторая промывка) 28.10.2019				Маточник 3 (третья промывка) 29.10.2019			
	764 Нм	Сред нее	766 нм	Сред нее	764 Нм	Сред нее	766 нм	Сред нее	764 нм	Сред нее	766 нм	Средн ее
10:01	0,1383	0,138 2	0,1379	0,138	0,0271	0,0713	0,0269	0,071	0,0572	0,513	0,057	0,063
10:1a	0,138		0,138		0,1154		0,1152		0,9706		0,0705	
5:01	0,2578	0,261	0,2575	0,2606	0,0931	0,0925	0,0929	0,092	0,0451	0,0509	0,0452	0,051
5:1a	0,2642		0,2637		0,0918		0,0918		0,0567		0,0566	
3:01	0,2235	0,235	0,2235	0,2349	0,094	0,1655	0,0937	0,165	0,0861	0,0926	0,0862	0,093
3:01a	0,2465		0,2462		0,2369		0,2364		0,099		0,0991	

Заклучение

Разработан способ микрокапсулирования активного ингредиента ПФС в эмульсии масла в воде стабилизированным белком серицина и пектина. Микрокапсулы получали методом двухстадийного формирования в эмульсии масла в воде в присутствии противоионов натрия. Все эксперименты проводили дважды, в некоторых случаях трижды, с использованием свежеприготовленных эмульсий, результаты представлены как средне-стандартно вычисленные.

Литература

1. Мухидинов З.К., Бобокалонов Д.Т., Усманова С.Р. Пектин-основа для создания функциональной пищи. Душанбе. 2019.
2. Shamsara O., Jafari S.M., Muhidionv Z.K. Development of double layered emulsion droplets with pectin/ β -lactoglobulin complex for bioactive delivery

purposes. Journal of Molecular Liquid, 2017, 243, p.144-150.
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.08.036>.

3. Шерова З.У., Джонмуродов А.С., Усманова С.Р., Ишматов А.Б., Мухидинов З.К. Сравнительный анализ серцина, экстрагированного водным и солевым растворами. Докл. АН РТ, 2018, том.61, № 1, с. 54-58.
4. 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 электрофероза. Актуальная биотехнология. № 3(26). 2018. - с. 275 – 279.

УДК 519.72:66.022/6

ВЛИЯНИЕ НАНОПОРОШКА ГИДРАЗИНА НА ИЗМЕНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕРНАРНЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ УВЛАЖНЕНИЯ ПАРОВ ВОДЫ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Ойматова Х.Х.¹, Сафаров Ш.Р.², Рафиев С.С.², Сафаров М.М.³

Бохтарский государственный университет им. Н.Хусрава¹, (г.Бохтар, РТ)

Институт энергетики Таджикистана² (г.Душанбе, РТ)

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе³ (г.Душанбе, РТ)

mahmad1@list.ru

Аннотация. Проведенные лабораторные исследования по определению поглощения влаги и определению коэффициента адсорбции зависят от времени смесей тернарных систем по двум образцам до и после нагрева, что позволило узнать, что масса со временем увеличивается, и это приводит к увеличению коэффициента адсорбции. Например, в течение 0,5 часов увлажнения исследуемых объектов коэффициент адсорбции=5,5% и зависимость первого образца от второго увеличивается на 3,8%.

Ключевые слова: Коэффициент адсорбции, тернарная система, кремниевая кислота, многослойная углеродная нанотрубка, нанопорошок гидразина.

INFLUENCE OF HYDRAZINE NANOPOWDER ON CHANGE OF ADSORPTION PROPERTIES OF TERNARY SYSTEMS IN THE PROCESS OF HUMIDIFICATION OF WATER VAPORS AT ROOM TEMPERATURE

Abstract. A laboratory study to determine moisture absorption and determine the adsorption coefficient depends on the time of ternary system mixtures for two samples before and after heating, allowing us to find out that the mass increases with time, and this leads to an increase in the adsorption coefficient. For example, within 0.5 hours of wetting of the studied objects and the adsorption coefficient of 5.5% and the dependence of the first sample on the second 3.8% increases.

Keywords: adsorption coefficient, ternary system, silicic acid, multilayer carbon nanotube, hydrazine nanopowder.

Актуальность темы заключается в том, что кремниевые кислоты и многослойные углеродные нанотрубки являются очень хорошими адсорбентами. Кремниевые кислоты служат сырьём для получения кварцевого стекла, различных адсорбентов - поглотителей других веществ [1, с 671]. Кроме того, ее

используют в химической отрасли для получения таких соединений, как оксид кремния и различные силикаты. Еще кремниевые кислоты используются как поглотители паров воды и газов, фильтры очистки воды и масел. Углеродная многослойная нанотрубка характеризует очень высокую твердость и коррозионную стойкость. Их можно использовать для изготовления торцевых уплотнительных колец для компрессоров, перекачивающих агрессивные жидкости и газы [2, с. 41]. Добавление в кремниевые кислоты и многослойную углеродную нанотрубку, нанопорошка гидразина придает материалу новые уникальные теплофизические, электрические и механические свойства.

Целью данной работы является исследование адсорбционных свойств тернарных систем, кремниевых кислот, многослойной углеродной нанотрубки и нанопорошка гидразина до нагревания (методом сканирующего колориметра), сравнение результатов измерения.

Для исследования адсорбционных свойств тернарных систем была использована экспериментальная установка, собранная профессором Сафаровым М.М. и его учениками (рисунок 1). Установка состоит из 2-х частей: 1) цилиндрический сосуд, сетка (а), 2) секундомер и электронные весы (б), точность измерения которой равна 0,001 г. Диаметр сосуда около 5см, высота 8 см диаметр сетки равен внутреннему диаметру сосуда, а площадь каждой сетки 1мм². В начале опыта определялся вес сосуда. В сосуд наливали воду, также определяли вес. Исследуемые образцы взвешивали вместе с сеткой. Затем сетку с исследуемыми гранулами погружали в сосуд с водой и засекали секундомером время увлажнения. Опыт повторяли через каждые 30 минут [3, 5].

В настоящей работе мы рассмотрели адсорбционные свойства тернарных систем в среде увлажнения в зависимости от времени при комнатной температуре [3, 5].

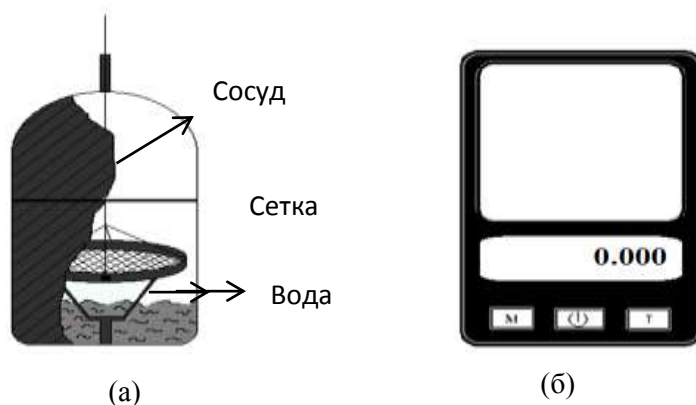


Рисунок 1 - Экспериментальная установка, для определения коэффициента адсорбции и масс отдачи; а) установка; б) электронные весы.

В данной работе использован метод возвышения в среде увлажнения. В работе определен коэффициент адсорбции Γ по следующему выражению [3-5]:

$$\Gamma = \frac{m_2 - m_1}{M m_1}, \frac{\text{моль}}{\text{г}} \quad (1)$$

где m_1 - масса сухого образца, m_2 - масса образца после адсорбции и M - молярная масса воды.

Экспериментальные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Экспериментальные данные по изменению массы тернарных систем в двух образцах до нагревания

Время t (час)	Масса m, (г)							
	Образец №1				Образец №2			
	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
0,5	0,222	0,423	0,623	0,822	0,228	0,425	0,626	0,831
1,0	0,234	0,434	0,635	0,834	0,236	0,438	0,635	0,840
1,5	0,245	0,445	0,645	0,844	0,247	0,448	0,646	0,849
2,0	0,253	0,454	0,653	0,849	0,254	0,454	0,655	0,855
2,5	0,257	0,457	0,656	0,852	0,263	0,460	0,659	0,857
3,0	0,257	0,457	0,656	0,852	0,265	0,462	0,661	0,859
3,5	0,257	0,457	0,656	0,852	0,265	0,462	0,661	0,859
4,0					0,265	0,462	0,661	0,859

Образец №1- (76,92% H_2SiO_3 +19,31% N_2H_4 +3,85%МУНТ);

Образец №2- (69,06% H_2SiO_3 +26,62% N_2H_4 +3,32%МУНТ).

Таблица 2 - Экспериментальные данные по изменению массы тернарных систем в двух образцах после нагревания

Время t (час)	Масса m, (г)							
	Образец №1				Образец №2			
	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
0,5	0,234	0,433	0,634	0,834	0,243	0,472	0,654	0,835
1,0	0,256	0,446	0,645	0,846	0,266	0,484	0,675	0,846
1,5	0,261	0,457	0,658	0,858	0,285	0,492	0,695	0,857
2,0	0,263	0,464	0,664	0,865	0,288	0,500	0,700	0,868
2,5	0,263	0,464	0,664	0,865	0,289	0,503	0,701	0,871
3,0	0,263	0,464	0,664	0,865	0,289	0,506	0,702	0,872
3,5	0,263	0,464	0,664	0,865	0,289	0,506	0,702	0,872

Образец №1- (76.92% H_2SiO_3 +19.31% N_2H_4 +3.85%МУНТ);

Образец №2- (69.06% H_2SiO_3 +26.62% N_2H_4 +3.32%МУНТ).

Из таблиц 1 и 2 видно, что масса тернарных систем при поглощении влаги увеличивается. Как видно из таблицы 1 и 2, поглощение влаги до нагревания тернарных систем меньше, чем поглощение влаги после нагревания

системы. Кроме того, можно сказать, до нагревания в первом и втором образце до 2 часов идёт процесс поглощения влаги воды, начиная с 2.5 часов, смеси тернарных систем станут насыщенными. После нагревания тернарных систем в первом и во втором образце поглощение влаги воды примерно увеличивается на 5.4%.

Таблица 3 - Коэффициент адсорбция тернарных систем в двух образцах до нагревания

Время t (час)	Коэффициент адсорбции Γ , моль/г							
	Образец №1				Образец №2			
	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
0,5	0,00822	0,01567	0,02307	0,03044	0,00844	0,01574	0,02319	0,03078
1,0	0,00867	0,01607	0,02352	0,03089	0,00874	0,01622	0,02352	0,03111
1,5	0,00907	0,01648	0,02389	0,03126	0,00915	0,01659	0,02393	0,03144
2,0	0,00937	0,01681	0,02419	0,03144	0,00941	0,01681	0,02426	0,03167
2,5	0,00952	0,01693	0,02430	0,03156	0,00974	0,01704	0,02441	0,03174
3,0	0,00952	0,01693	0,02430	0,03156	0,00981	0,01711	0,02448	0,03181
3,5	0,00952	0,01693	0,02430	0,03156	0,00981	0,01711	0,02448	0,03181
					0,00981	0,01711	0,02448	0,03181

Образец №1- (76,92% H_2SiO_3 +19,31% N_2H_4 +3,85%МУНТ);

Образец №2- (69,06% H_2SiO_3 +26,62% N_2H_4 +3,32%МУНТ).

Таблица 4 - Коэффициент адсорбция тернарных систем в двух образцах до нагревания

Время t (час)	Коэффициент адсорбции Γ , моль/г							
	Образец №1				Образец №2			
	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
0,5	0,00867	0,01604	0,02348	0,03089	0,00900	0,01748	0,02422	0,03093
1,0	0,00948	0,01652	0,02389	0,03133	0,00985	0,01793	0,02500	0,03133
1,5	0,00967	0,01693	0,02437	0,03178	0,01056	0,01822	0,02574	0,03174
2,0	0,00974	0,01719	0,02459	0,03204	0,01067	0,01852	0,02593	0,03215
2,5	0,00974	0,01719	0,02459	0,03204	0,01070	0,01863	0,02596	0,03226
3,0	0,00974	0,01719	0,02459	0,03204	0,01070	0,01874	0,02600	0,03230
3,5	0,00974	0,01719	0,02459	0,03204	0,01070	0,01874	0,02600	0,03230

Образец №1- (76,92% H_2SiO_3 +19,31% N_2H_4 +3,85%МУНТ);

Образец №2- (69,06% H_2SiO_3 +26,62% N_2H_4 +3,32%МУНТ).

На следующем рисунке представлен результат коэффициента адсорбции только для массы 0.2г. до и после нагрева.

Как показал результат расчёта с ростом время (за счёт поглощения влаги массы тернарных систем) увеличивается и это приводит к увеличению коэффициента адсорбции. Кроме того, коэффициент адсорбции до нагревания на 5.5% меньше, чем после нагревания.

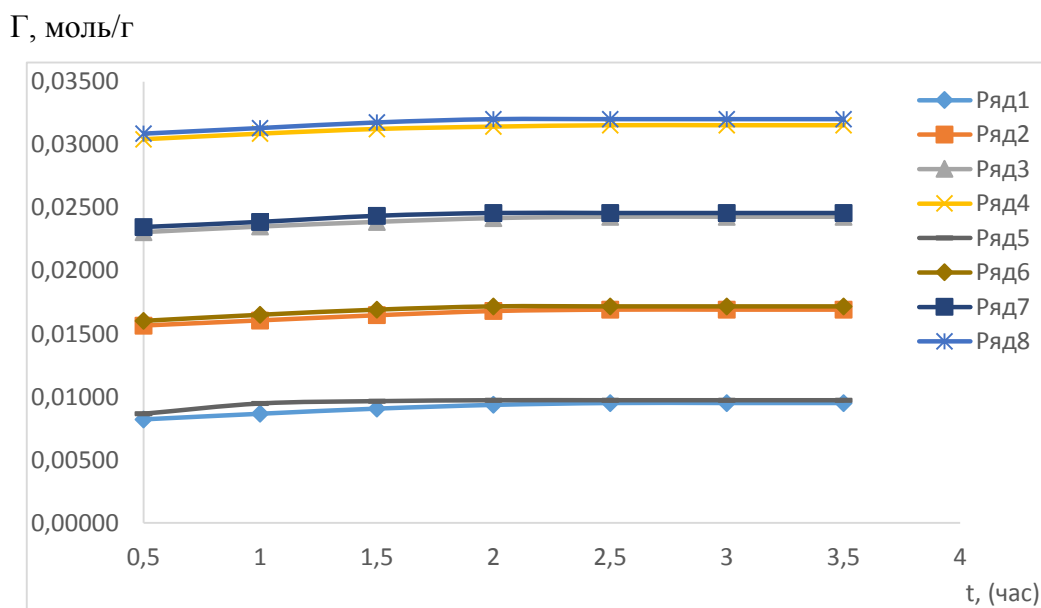


Рисунок 2 - Изменения зависимости коэффициента адсорбции от времени: ряд 1 (0,2), ряд 2 (0,4), ряд 3 (0,6), ряд 4 (0,8) образец №1 до нагревания; ряд 5 (0,2), ряд 6 (0,4), ряд 7 (0,6), ряд 8 (0,8) образец №1 после нагревания.

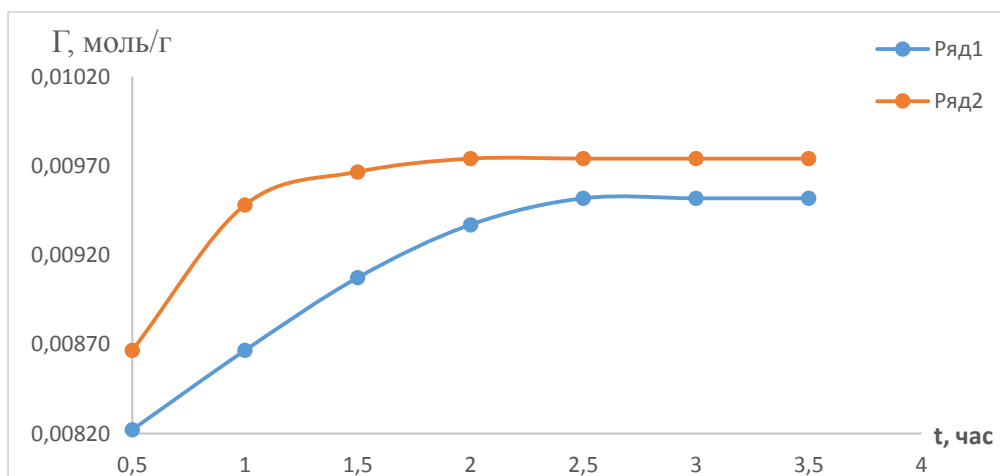


Рисунок 3 - Сравнительная зависимость изменения коэффициента адсорбции от времени только для массы 0,2г до и после нагрева: ряд 1 - смеси тернарных систем до нагревания; ряд 2- смеси тернарных систем после нагревания.

Из рисунка 3 видно, что изменение коэффициента адсорбции в зависимости от времени до нагрева заметнее, чем на графике 2. Из приведённых данных таблиц 3-4 и рисунков 2-3 видно, что каждые 30 минут коэффициент адсорбции изменяется т.е. увеличивается.

Литература

1. Химическая энциклопедия/ Редкол.: Кунунянс И.Л. и др...- М.: Советская энциклопедия. - 1990.- Т.2. – 671 С.
2. Томишко М. Многослойные углеродные нанотрубки и их применение: статья. / О. В. Демичева, А. М. Алексеев, А. Г. Томишко, Л. Л. Клинова, О. Е. Фетисова.- Москва. Рос. хим. ж. ЛП, №5,-, ул. НИФХИ им. Л.Я. Карпова. - 2008.- 41с .
3. Сафаров М.М. Адсорбционные свойства катализатора на основе гранулированной пористой окиси алюминия. /М.М.Сафаров, А.Г. Мирзомамадов, С.С.Абдуназаров, М. А.Зарипова// Сборник тезисов докладов научной конференции «Актуальные проблемы современной науки» МИСиС. – Душанбе. - 2015. –С. 79-80
4. Холиков М.М. Платинный катализатор для нейтрализации выхлопных газов ДВС и расчет коэффициента адсорбции и массоотдачи/ Холиков М.М., Сафаров М.М., Джураев Д.С.// Материалы Международной научной конференции на тему «Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълими он» бахшида ба 25 – солагии Конституцияи ҶТ ва 80 – солагии д.и. п., профессор Шарифзода Чумъа Шариф (г. Бохтар, 18-19 октябри с. 2019).- С.163-166.
5. Сафаров М.М.,Джураев Д.С., Холиков М.М., Тагоев С.А.,Ризоев С.Г., Зарипова М.А.,Мирзомамадов А.Г.,Норов З.Ю.,Абдуназаров С.С.,Махмадиев Б.М.,Тиллоева Т.Р. Способ и устройства для определения коэффициента адсорбции ферромагнетных наночастиц в зависимости от температуры при атмосферном давлении. Патент Республики Таджикистан № ТҶ 824, - 2016. -7с.

УДК 665.335.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАСТОРОВОГО МАСЛА И БЕНЗОЛА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВРЕМЕНИ РАСТВОРЕНИЯ

Раджабов А.Р.¹, Тымеркаев Б.А.², Назарзода Х.Х.¹, Сафаров М.М.³

Институт энергетики Таджикистана¹ (р.Кушонийён, РТ)

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева² (г.Казань, РФ)

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе³ (г.Душанбе, РТ)

Rajabov.A1990@ mail.ru

Аннотация. Касторовое масло смешивается с бензолом в закрытой стеклянной посуде и через сутки подлежит растворению. В результате растворения после 221 суток измеряется поверхностное натяжение капельной методом. Установлено, что с повышением концентрации компонентов поверхностное натяжение объектов падает.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, касторовое масло, бензол.

RESEARCH SURFACE TENSION OF CASTOR OIL AND BENZENE SYSTEM AT DIFFERENT DISSOLUTION TIMES

Annotation. Castor oil is mixed with benzene in a sealed glassware and dissolves well after one day. The result of dissolution after 221 days is measured by of pull surface using the drip method. It was found that with increasing concentration of components, the of pull surface of objects decreases.

Keywords: of pull surface, castor oil, benzene.

Для составления физических и математических модель и численных расчётов процесса теплопереноса в химических системах необходимо иметь поверхностное натяжение растворов. Кроме, того для получения управления состоянием необходимо знание значений поверхностного натяжения растворов и их компонентов при различных температурах [1].

Исследуемые объекты подготовлены следующим образом общий объём массы исследуемого раствора составляет всего 80г., горло стеклянного сосуда закрыто пробкой. Состав данного раствора состоит из 70г касторового масла и 10г бензола. Данный раствор был оставлен при комнатной температуре $T=293\text{K}$ и атмосферном давлении $P=0,101\text{ МПа}$ в течение суток.

После того, как визуально нами было определено, что эти две жидкости между собой растворились на следующий день нами было измерено их поверхностное натяжение при заданом условии с помощью капель.

Для других объектов (различных компонентов), как было сказано выше также подготовлены образцы и было измерено их поверхностное натяжение соответственно.

Эксперимент проводился т.е. получение образцов и их измерений проводились после растворения бензола и касторового масла, после 43 дня [5].

Результаты измерений поверхностного натяжения исследуемых растворов приводятся ниже (табл.1).Определение поверхностного натяжения исследуемого раствора достигнуты методом капель.

В таблице №1 представлены результаты исследования изменений поверхностного натяжения системы (касторовое масло+бензол). На основе экспериментальных данных по плотности объектов (табл.1) построен график зависимости поверхностного натяжения образцов от концентрации бензола (рис.1). Как видно из таблицы 1 и диаграммы (рисунок 1) с ростом концентрации бензола поверхностное натяжение касторового масла уменьшается по линейному закону.

Таблица 1 - Результаты поверхностного натяжения ($\sigma \cdot 10^3$, Н/м) исследуемых растворов.

	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
n% бензол	0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100
$\sigma_{\text{экс}} \cdot 10^3$, Н/м	35,5	35,5	34	31,8	31	29,6	28,1	27,4	24

Обр. №1 - (80г (100%) касторового масла); Обр. №2 - (70г (87,5%) касторового масла + 10г (12,5%) бензол); Обр. №3 - (60г (75%) касторового масла + 20г (25%) бензол); Обр. №4 - (50г (62,5%) касторового масла + 30г (37,5%) бензол); Обр. №5 - (40г (50%) касторового масла + 40г (50%) бензол); Обр. №6 - (30г (37,5%) касторового масла + 50г (62,5%) бензол); Обр. №7 - (20г (25%) касторового масла + 60г (75%) бензол); Обр. №8 - (10г (12,5%) касторового масла + 70г (87,5%) бензол); Обр. №9 - (80г (100%) бензол).

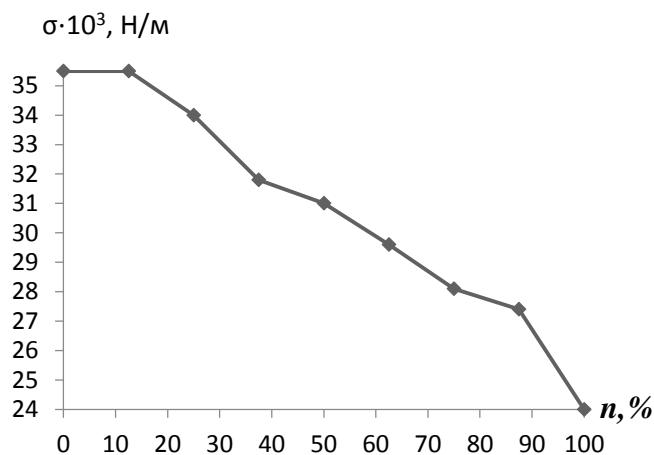


Рисунок 1 - Поверхностное натяжение ($\sigma \cdot 10^3$, Н/м) системы (касторовое масло + бензол) при атмосферном давлении ($P=0,101\text{МПа}$) и комнатной температуре ($T=293\text{К}$) (через 221 дня).

В таблице 2 приведены результаты повторного изменения поверхностного натяжения системы (касторовое масло-бензол) по истечении 265 дней.

Таблица 2 - Поверхностное натяжение ($\sigma \cdot 10^3$, Н/м) растворов по истечению 265 дней.

	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
n, % бензол	0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100
$\sigma_{\text{экс}} \cdot 10^3$, Н/м	35,5	34,8	33,3	31	29,58	28,12	26,63	24,4	24

Обозначение соответствуют данным таблицы 1.

По результатам показаний таблиц и диаграмм, исследуемых жидкостей (концентрации) можно сделать вывод о том что, по истечении времени поверхностное натяжение исследуемых объектов (касторовое масло + бензол) увеличивается.

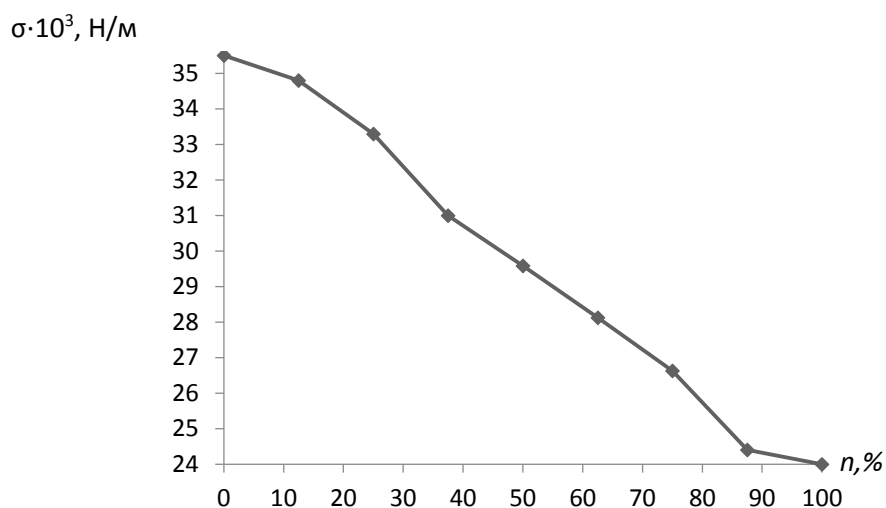


Рисунок 2 - Поверхностное натяжение ($\sigma \cdot 10^3$, Н/м) системы (касторовое масло + бензол) при атмосферном давлении ($P=0,101\text{МПа}$) и комнатной температуре ($T=293\text{К}$) (через 265 дня). Обозначение как на рисунке 1.

Таблица 3 - Результаты разницы поверхностного натяжения ($\sigma \cdot 10^3$, Н/м) концентрации между вторым и третьим исследованием или с истечением 43 дней

	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
n, % бензол	0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100
$\sigma_{\text{экс}} \cdot 10^3$, Н/м 3-раз	35,5	34,8	33,3	31,0	29,58	28,12	26,63	24,4	24
$\sigma_{\text{экс}} \cdot 10^3$, Н/м 2-раз	35,5	35,5	34	31,8	31,0	29,6	28,1	27,4	24
Разница $\Delta\sigma_{\text{экс}}$, Н/м	0	-0.7	-0.7	-0.8	-1.5	-1.48	-1.47	-3.0	0
Δ , %	0	-2.01	-2.1	-2.58	-5.1	-5.26	-5.52	-12.3	0

Обозначение соответствуют данным таблицы 1.

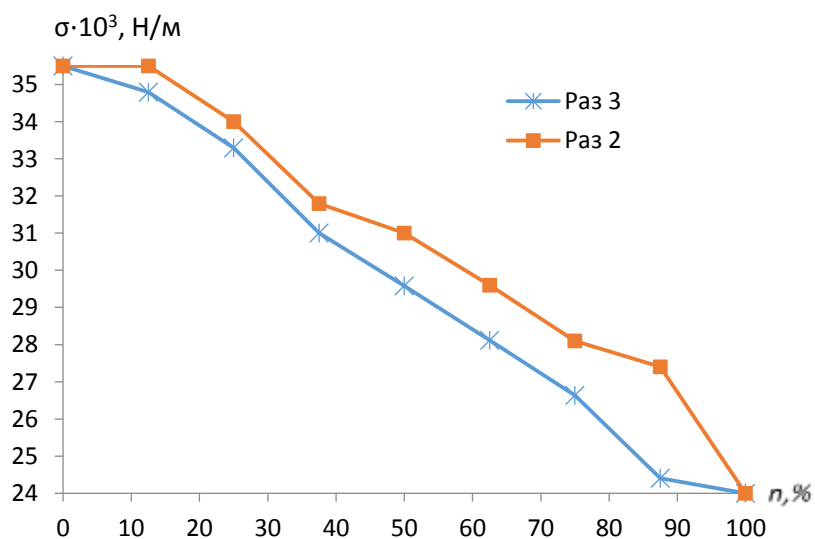


Рисунок 3 - Поверхностное натяжение ($\sigma \cdot 10^3$, Н/м) концентрации при втором и третьем измерением. Обозначение как на рисунке 2.

Литература

1. Раджабов А.Р., Сафаров М.М., Назарзода Х.Х. Плотность системы касторо-вого масла и бензола в зависимости от времени растворения // Конференсияи ҷумҳурию амалӣ дар мавзӯи «Заминаҳои рушд ва дурнамои илми химия дар Ҷ.Т.», бахшида ба 60 – сол. факултети химия ва гиромидошти хотираи д.и.х, профессор, академики АИ ҶТ Нуъмонов И.У. (30 май ва 1 юни соли 2020).
2. Раджабов А.Р., Сафаров М.М., Хакимов Д.Ш., Давлатов Р.Дж. Плотность системы касторовое масло от концентрации бензола при атмосферном давлении и комнатной температуры. // Вестник Таджикского национального университета (Серия естественных наук). -Душанбе: Сино, 2018. -№4. -С.76-83.
3. Сафаров М.М., Гуломов М.М., Давлатов Р.Дж., Хакимов Д.Ш., Рафиев С.С., Раджабов А.Р., Хасанова С.С., Раджабова Д.Ш., Ойматова Х.Х., Хусайнов З.К. Анализ применимости уравнения Тэйти к различным классам веществ в конденсированном состоянии на примере плотности. // Вычисление плотности. // Вестник Таджикского национального университета (Серия естественных наук). -Душанбе: Сино, 2018. -№2(310). -С.92-98.
4. Гинзбург А.С., Громов М. А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов Справочник. // Громов М. А. Теплофизические свойства растительных масел и жиров // Масложировая промышленность. – 1973. – №3. – С.15 – 17.
5. Раджабов А.Р., Сафаров М.М., Давлатов Р.Дж., Назарова Ш.С. Изменение плотности системы касторового масла и бензола в зависимости от времени растворения. // Конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Масъалаҳои муосири математика ва методикаи таълими он» бахшида ба 25-солагии конститутсияи Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 80-солагии доктори илмҳои педагогӣ, профессор Шарифзода Ҷ.Ш. (18-19 октябри соли 2019), С.171-174.

УДК 547.96

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУЛЛЕРЕН C_{60} - (Gly - ONa + LArg - ONa + LVal-ONa)_n И C_{60} - (Gly - ONa + LArg - ONa + LSer - ONa)_n

Рафиева Ш., Рахмонова А., Умархон М., Халиков Ш.Х.

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе,

Таджикский национальный университет (г.Душанбе, РТ)

Xalikov1941@mail.ru

Аннотация. Осуществлена реакция нуклеофильного присоединения фуллерена C_{60} к композитному составу, состоящего из трех аминокислот: Глицин + Аргинин + Валин и Глицин + Аргинин + Серин. Полученный продукт является аддуктом со структурой C_{60} - (Gly + Arg + Val)_n и C_{60} - (Gly + Arg + Ser)_n. С помощью ИК-спектрального анализа дана интерпретация функциональных групп, установлена структура полученных соединений.

Ключевые слова: фуллерен, аминокислота, спектр, молекула, связь, углерод, модификация, композит.

FULLERENE SYNTHESIS AND RESEARCH C_{60} - (Gly - ONa + LArg - ONa + LVal-ONa)_n AND C_{60} - (Gly - ONa + LArg - ONa + LSer - ONa)_n

Annotation. The nucleophilic addition of fullerene C_{60} to the composite composition consisting of three amino acids: Glycine + Arginine + Valine and Glycine + Arginine + Serine was carried out. The resulting product is an adduct with the structure C_{60} - (Gly + Arg + Val)_n and C_{60} - (Gly + Arg + Ser)_n. Via IR- spectral analysis gives an interpretation of the functional groups established the structure of the obtained compounds.

Keywords: fullerene, amino acid, spectrum, molecule, bond, carbon, modification, composite.

Фуллерен C_{60} является четвертой аллотропной формой элемента углерода. По сравнению трёх других модификационных форм углерода фуллерен C_{60} является химически реакционноспособным и вступает в химическую реакцию в качестве электроноакцепторного полиена.

С целью изучения нуклеофильного присоединения к молекуле фуллерена C_{60} аминокислот в виде композита из нескольких молекул, отличающихся по структуре и функциональности, нами осуществлен синтез C_{60} -Gly+Arg+Val (1) и C_{60} -Gly + Arg + Ser (2).

Аминокислоты были взяты в 5-кратном избытке в виду того, что C_{60} является сильным акцептором электронов с полиеновым свойством. Подобные свойства способствуют образованию на поверхности фуллерена нескольких реакционно - активных центров связывания, которые могут присоединять лигандов. Такая возможность способствует фуллерену присоединять до 6 молекул аминокислот.

Реакцию присоединения аминокислот к фуллерену C_{60} проводили по общей схеме 1 [1]:

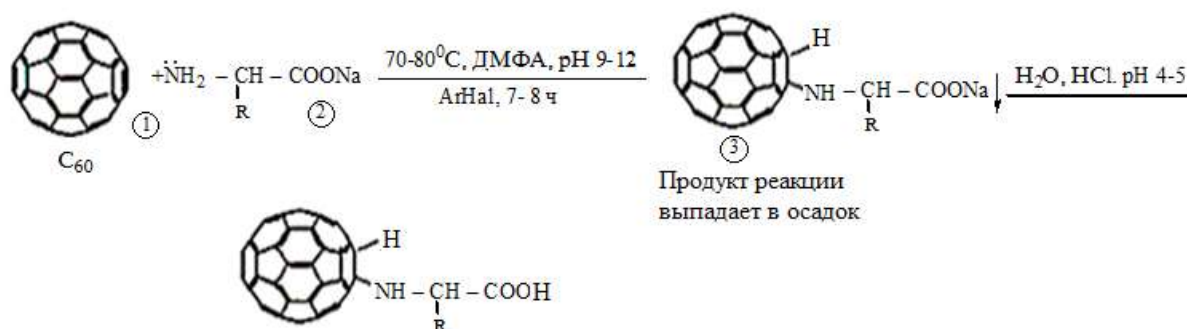


Рисунок 1 - Реакция присоединения аминокислот к фуллерену C_{60} .

Количество присоединяющихся аминокислот или других лигандов зависит от условий реакции (растворителей, pH - раствора, время проведения реакции и других факторов). Мы предполагаем, что в данной ситуации в ходе реакции аминокислота переходит в нейтральную поляризованную молекулу $X^{\delta+} - Y^{\delta+}$, образуя π -комплекс с двойной связью гексагона C_{60} типа бензольного строения, при этом расстояние в шестиугольнике C_{60} должно увеличиваться и находиться между 1,33 и 1,55, сопровождая разрыхление двойной связи и повышая

реакционную способность полиена (C_{60}) с переходом в δ - комплекс. Это является одной из причин способности фуллерена C_{60} вступать в химическую реакцию по сравнению с другими аллотропными формами углерода.

Во время проведения реакции по схеме 1 возникло препятствие, заключающееся в низкой растворимости самого C_{60} в органических растворителях (кроме некоторых ароматических углеводородов и галогеноарилах). В результате подбора растворителей для растворения C_{60} наиболее подходящим оказался бензолхлорид, где C_{60} в нём растворился более 80%. Чтобы реакция проходила в безводной среде пришлось растворить аминокислоты в щелочном диметилформамиде (рН 9,5) и проводить реакцию в смеси двух растворителей, создающих межфазную среду, а это позволило образующий продукт реакции отделить в виде аморфного образования и осесть на стенках реакционного сосуда. Все это наблюдалось после того, когда два растворителя, содержащие исходные реагенты совмещались вместе и интенсивно перемешивались 7 часов при рН 9-10 и температуре 70-80⁰ С. Затем выпавший осадок фильтровали и промывали толуолом для удаления оставшего C_{60} и щелочным метанолом для удаления непрореагировавших аминокислот и в конце метанолом.

Полученные продукты (1) и (2) имели темно-коричневый оттенок с выходами 32% и 36 % соответственно и температурой плавления выше 450⁰ С с разложением. ИК- спектры полученных соединений (1) и (2) приведены на рисунках 1 и 2. ИК-спектры поглощения, относящиеся к валентным колебаниям к NH - группе с большой интенсивностью в области 3286, 1650, 850 см⁻¹ относятся к NH -группе. Спектры поглощения в области 1600, 1200, 820 см⁻¹ со слабой интенсивностью тоже относятся к NH - группе. Спектры в области 1750-1740 см⁻¹ с большой интенсивностью относятся к C=O группе, а также спектр поглощения с средней интенсивностью с 1445 см⁻¹ относится к COOH группе. Спектры с энергиями 1429, 1182, 575 см⁻¹ относятся к молекуле фуллерена C_{60} .

Для установления количества присоединившихся α - аминокислот и структурно - конфигурационных особенностей использовали методы: ИК-, ¹НЯМР и Масс - спектроскопии.

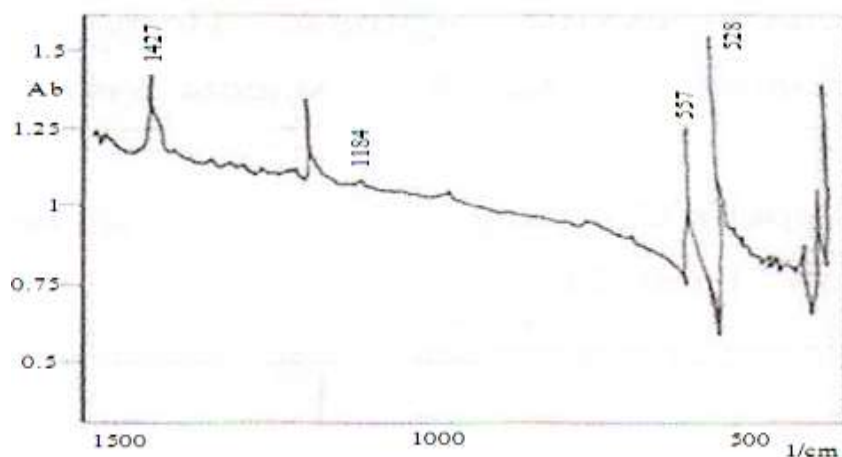


Рисунок 1 - ИК- спектр фуллерен C_{60}

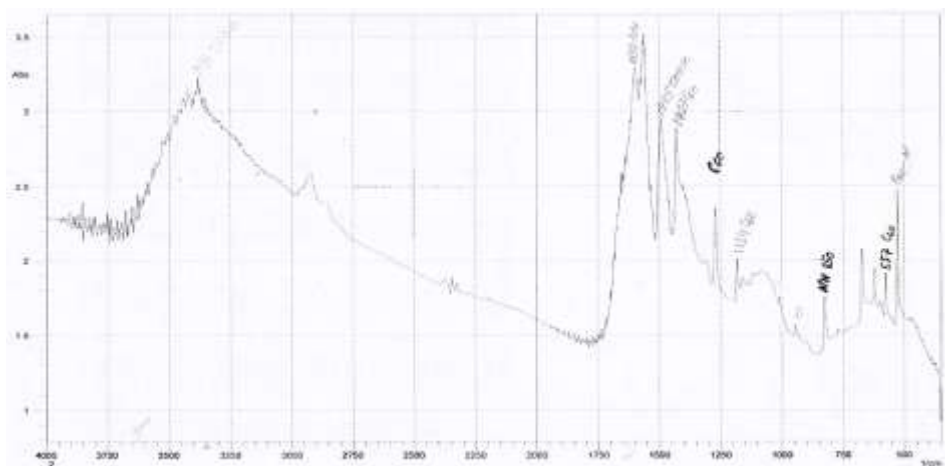


Рисунок 2 - ИК- спектр C₆₀ - Gly + Arg + Val

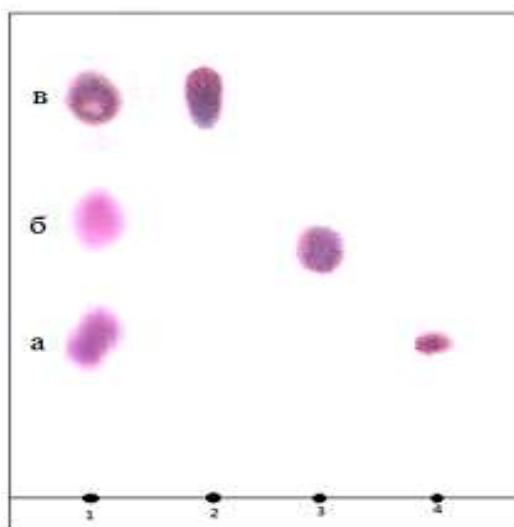
Для определения присоединившихся аминокислот на корковой части фуллерена использовали формулу [2].

$$W = \frac{m_1 - m_2}{a \cdot m_{n(1, 2, 3, 4 \dots)}}$$

W - количество аминокислот присоединившихся к C₆₀.

m₁ - общая масса вещества, взятая из масс-спектрограммы; m₂ - масса C₆₀ (720), m_{n(1, 2, 3, 4...)} масса аминокислоты или пептида, взятая для реакции; m_{n 1, 2, 3, 4...} количество аминокислотного композитного состава, взятое в реакции присоединения к фуллерену, соответственно 1, 2; a количество аминокислоты, взятое в реакции присоединения к C₆₀ для соединения (1) Gly, Arg, Val a = 3 и соед. (2) тоже a = 3.

Для подтверждения количества присоединившихся аминокислот к молекуле фуллерена, полученные продукты подвергались кислотному гидролизу с помощью 12 н HCl в течение 22 часов при температуре 115⁰С. В результате хроматографического анализа (ТСХ) и проявления хроматограммы раствором нингидрина обнаружены отдельные аминокислоты Gly, Arg, Val для (1) продукта (рис.3).



1. Гидролизированный продукт
 2. Свидетель Gly
 3. Свидетель Arg
 4. Свидетель Val
 Система: н- Бутанол : метанол : вода
 Проявитель: раствор нингидрина
 Rf (а) = 0,093
 Rf (б) = 0,42
 Rf (в) = 0,73

Рисунок 3 - ТСХ гидролизата C₆₀ - (Gly + Arg + Val)_n

Из хроматограммы следует, что синтез проходил успешно, результаты достоверны и поставленная цель работы достигнута.

Литература

1. Sh.Kh.Khalikov, D.Sharipova, S.Z.Zafarov, M.Umarkhon, M.Jalalifar. Synthesis of α -amino acid derivatives of fullerene C₆₀ with Antiviral Properties // International Journal of Modern Chemistry, 2016. №8(1). P.1-18.
2. Халиков Ш.Х., Алиева С. В., Зафаров С.З. Extraction of fullerene C₆₀ from the surface of the herbal pipe after combustion of coal and wood // International Journal of Modern Chemistry. Florida, USA. 2019, 11(1): 1-8.

УДК: 547.736

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ АКРИЛОНИТРИЛА С *o*-ХИНОДИМЕТАНОМ ИЗ ПРОИЗВОДНЫХ 1,3-ДИГИДРОБЕНЗО[С]ТИОФЕН2,2-ДИОКСИДА

Ташбаев Г.А.

Таджикский государственный университет коммерции (г.Душанбе, РТ)
tgabek@yandex.ru

Аннотация. Синтезированы новые производные 1,2,3,4-тетрагидронафталин-2-карбоксинитрил.

Ключевые слова: 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксид, *o*-хинодиметан, 1,4-циклоприсоединения, акрилонитрил, тетрагидронафталин.

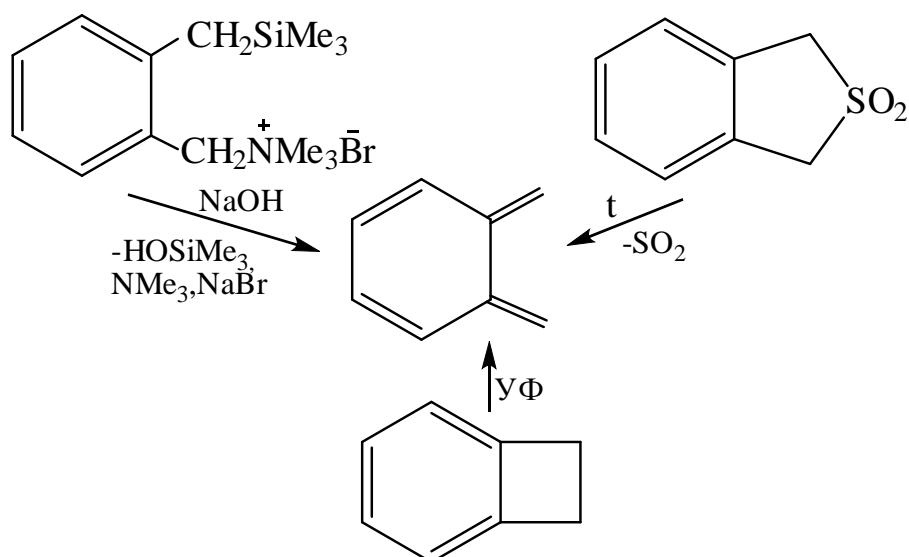
INVESTIGATION REACTION ACRYLONITRILE WITH *o*-QUINODIMETHANE FROM DERIVATIVES 1,3-DIHYDROBENZO[С]THIOPHENE2,2-DIOXIDES

Abstract. New derivatives of 1,2,3,4-tetrahydronaphthalene-2-carboxinitrile were synthesized.

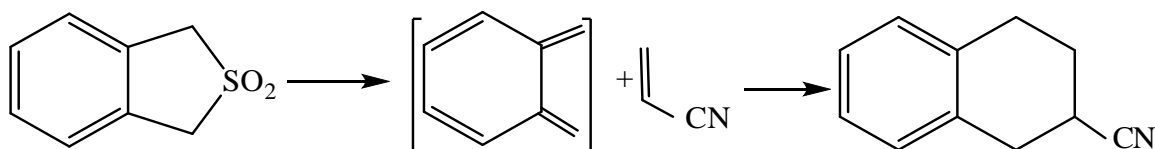
Keywords: 1,3-dihydrobenzo[с]thiophene2,2-dioxide, *o*-quinodimethane, 1,4-cycloaddition, acrylonitrile, tetrahydronaphthalene.

Для построения полициклических соединений широко используется интермедиат *o*-хинодиметан. Хотя предложены различные методы генерации *o*-хинодиметана, более перспективными являются следующие методы: элиминирование *o*-[2-(триметилсилил)алкил]бензилтриметил-аммоний бромида, расщепление окись серы из 1,3-дигидро-бензо[с]тиофен2,2-диоксида и раскрытие бензоциклобутена с УФ облучением [1].

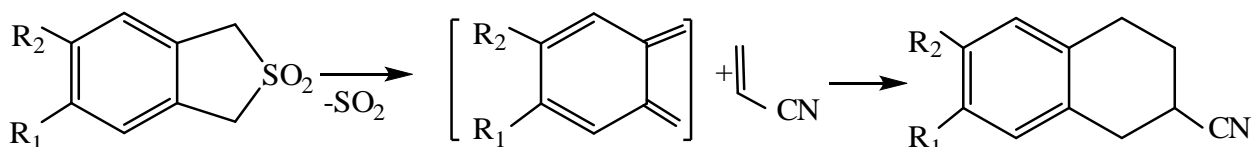
Нами были исследованы 1,4-циклоприсоединения *o*-хинодиметанов генерируемый из производных 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксида с производными малеиновой кислоты [1].



Настоящая работа посвящена исследованию реакции 1,4-циклоприсоединения генерируемого из производных 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксидов с акрилонитрилом. Таким образом, при температуре 250°C 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксида с акрилонитрилом в течение 1 часа удовлетворительным выходом образует 1,2,3,4-тетрагидронафталин-2-карбонитрил.



Также были исследованы реакции 1,4-циклоприсоединения акрилонитрила с о-хинодметаном генерированного из производных 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксида.



$R_1 = R_2 = \text{CH}_3$; $R_1 = R_2 = \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O} = R_2$; $R_1 = \text{NHCOCH}_3$, $R_2 = \text{H}$.

Вывод: Установлено, что введение диметильной, ацетиламино и этилендиокси группы ускоряет десульфуризацию и генерацию о-хинодметана с высоким выходом образуются соответствующие аддукты при более низкой температуре.

Литература

1. Ташбаев Г. А. Хиия бензо[с]тиофена, Душанбе, Изд-во: Дониш. – 2007. - 316 с.

УДК: 547.736

РЕАКЦИИ 5-АЦЕТИЛАМИНОБЕНЗО[С]ТИОФЕН2,2-ДИОКСИДА С ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Ташбаев Г.А., Шохимардонов К.

Институт химии имени В. И. Никитина НАН Т (Душанбе, РТ)

tgabek@yandex.ru

Аннотация. Исследованы реакции нитрования, сульфирования, бромирования 5-ацетиламинобензо[с]тиофен2,2-диоксида в различных условиях.

Ключевые слова: бензо[с]тиофен, 5-ацетиламинобензо[с]тиофен2,2-диоксид, нитрование, сульфирование, бромирование, замещение.

REACTIONS OF 5-ACETHYLAMINO-1,3-DIHYDROBENZO-[C]THIOPHENE2,2-DIOXIDE WITH ELECTROPHILIC AGENTS

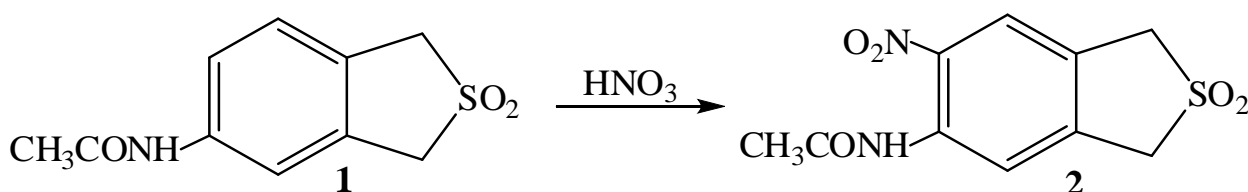
Annotation. The reactions of nitration, sulfuration and bromigation of the 5-acetylamino-1,3-dihydrobenzo[c]thiophene2,2-dioxide were investigated.

Keywords: benzo[c]thiophene, 5-acetylamino-1,3-dihydrobenzo[c]thiophene-2,2-dioxide, nitration, sulfuration, bromination, substitution.

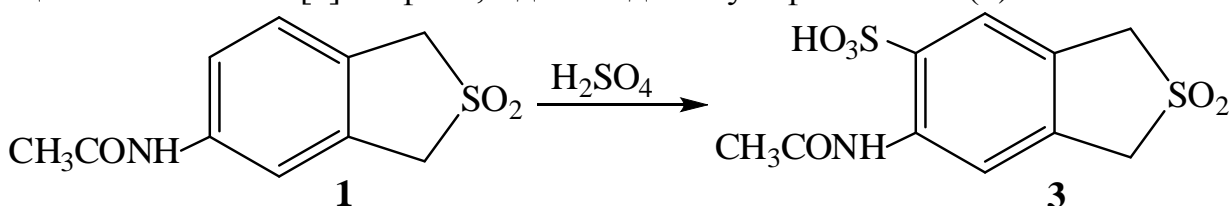
Производные 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксид интенсивно исследуются. Это связано с тем, что на их основе синтезируются биологические соединения, полный синтез природных соединений и синтезом электропроводящие материалы [1]. Нами были исследованы электрофильные замещения 1,3-дигидробензо[с]тиофен2,2-диоксида [2].

Настоящая работа посвящена изучению электрофильного замещения 5-ацетиламинобензо[с]тиофен2,2-диоксида с азотной, серной кислотами и бромом в различных условиях.

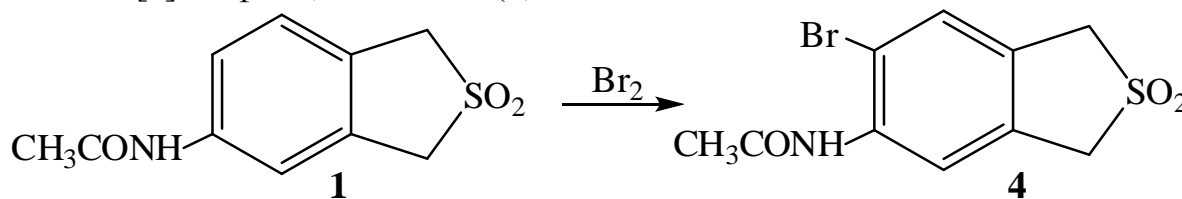
Реакции 5-ацетиламинобензо[с]тиофен2,2-диоксида (**1**) с нитрирующей смесью при температуре 60-80°C, соотношение реагирующих веществ 1:1,5 приводит к 5-ацетиламино-6-нитробензо[с]тиофен2,2-диоксиду (**2**).



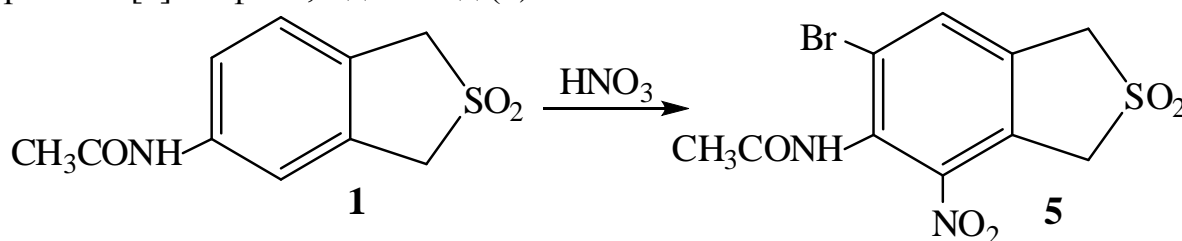
Сульфирование **1** с концентрированной серной кислотой при 50-6 °С образует 5-ацетиламинобензо[с]тиофен2,2-диоксидо-6-сульфо кислоты (**3**).



Реакции **1** с бромом при температуре 40-50°C, в соотношении реагирующих веществ 1:1.2 с хорошим выходом образуется 5-ацетиламино-6-бромобензо[с]тиофен2,2-диоксид (**4**).



Реакции нитрования 5-ацетиламино-6-бромобензо[с]тиофен2,2-диоксид **4** с хорошим выходом образуется 5-ацетиламино-6-бromo-4-нитробензо[с]тиофен2,2-диоксид (**6**).



Таким образом, реакция **1** электрофильными реагентами замещения проходят в 6-положение, а при присутствии брома в этом положении реакция идёт в 4-положение гетероцикла.

УДК 535.39+539.23

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛЕНОК НИОБАТА ЛИТИЯ МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

Темирова М.А.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
(г. Москва, РФ)

temirova1998@mail.ru

Аннотация. В последние десятилетия широко распространены тонкие пленки и тонкослойные покрытия. В данной работе исследованы оптические параметры слоистой структуры ниобата лития LiNbO_3 . Методом спектрофотометрии получены спектральные зависимости коэффициентов отражения в диапазоне длин волн 200-2000 нм.

Ключевые слова: плёнка, подложка, ниобат лития, спектрофотометрия отражения, показатель преломления,

DETERMINATION OF OPTICAL PARAMETERS OF LITHIUM NIOBATE FILMS BY SPECTROPHOTOMETRY

Abstract. In recent decades, thin films and thin-layer coatings are widespread. Currently, the technology for producing thin films has made great progress, thanks to experimental and theoretical studies. In this work, we studied the optical parameters of the layered structure of lithium niobate LiNbO_3 . By the method of spectrophotometry we obtained the spectral dependences of the reflectance in the wavelength range 200-2000 nm.

Keywords: film, substrates, lithium niobate, reflection spectrophotometry, refractive index.

Введение

Развитие нанотехнологий стимулирует развитие методов исследования тонких плёнок и плёночных покрытий. Тонкие плёнки широко используются в микроэлектронике, нанофотонике, вычислительной технике, оптике, оптоэлектронике, космической и бытовой промышленности, а также в разнообразных технических отраслях [1].

Важнейшей задачей при исследовании таких пленок является определение таких параметров, как толщина, показатель преломления и коэффициент экстинкции. Однако, эти параметры зависят от ряда факторов, а именно условия получения подложки и пленки, однородность подложки и пленки и оптические свойства подложки. Цель данной работы – определение оптических параметров (показатели преломления, коэффициент экстинкции) и толщины тонких пленок.

Методы и принципы исследования

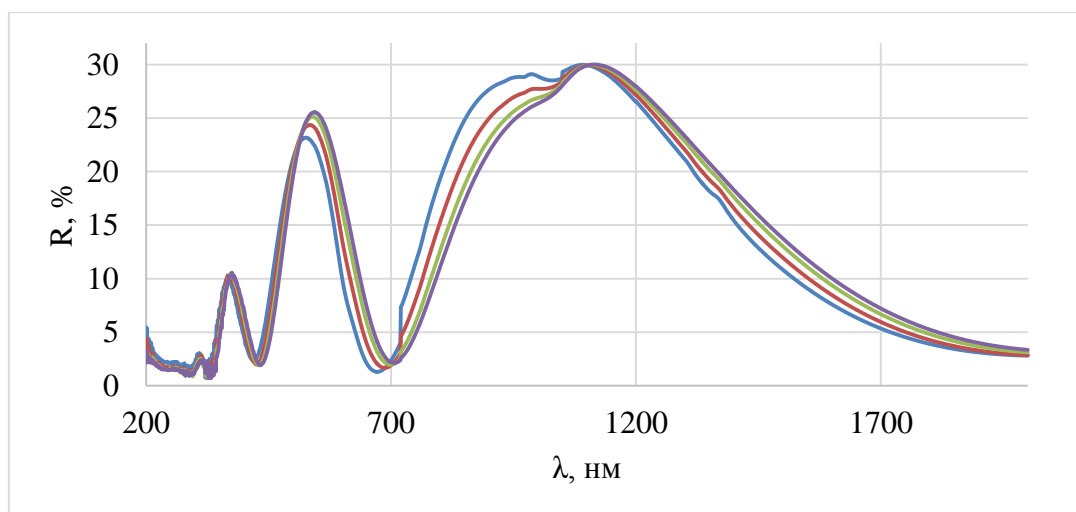
Оптические параметры тонких пленок можно определить с помощью метода эллипсометрии – оптический метод, основанный на анализе состояния поляризации отраженного от образца света. Но к настоящему времени возросли возможности другого неразрушающего оптического метода – многоугловой спектрофотометрии отражения [2].

В данной работе были исследованы оптические параметры слоистой структуры ниобата лития LiNbO_3 , нанесенной на подложку, представляющую собой пластину монокристаллического кремния с ориентацией (001). Такая пленка была нанесена в вакуумной термической камере SUNPLA 40 TM методом высокочастотного магнетронного распыления при температуре 550°C . Весь процесс происходил в среде аргона и кислорода ($\text{Ar}_2/\text{O}_2=50/50$) при давлении 0,5 Па, мощности магнетрона 150 Вт, во внешнем электромагнитном поле с напряженностью 100 В [3].

Для определения оптических параметров пленки были проведены измерения спектров отражения и их угловых зависимостей на спектрофотометре Cary 5000 фирмы Agilent Technologies с автоматической универсальной измерительной приставкой UMA (Universal Measurement Accessory). Спектрофотометр предназначен для регистрации спектральной зависимости доли света, прошедшей через объект, отраженной или рассеянной им [31]. Спектрофотометр Cary 5000 используется в области ближнего УФ (UV), видимой (ViS) и ближнего ИК (NIR) части спектра (спектральный диапазон измерения (175 – 3300) нм. Возможности спектрофотометра могут быть существенно расширены за счет применения разнообразных приставок для анализа как жидких, так и твердых образцов.

Основные результаты. Для оценки показателей преломления и толщины пленки используется метод отражения при различных углах падения. Спектры отражения R пленки ниобата лития на подложке фиксировали в диапазоне длин волн от 200 до 2000 нм с шагом 1 нм при разных углах падения

неполяризованного света от 10° до 40° , с шагом 10° . Полученная зависимость иллюстрирована на рисунке 1.



— угол 10° — угол 20° — угол 30° — угол 40°

Рисунок 1 – Спектральные зависимости отражения пленки ниобата лития на кремниевой подложке при различных углах падения неполяризованного света

Расчет оптической толщины пленки и показателя преломления проводится для пары спектральных зависимостей коэффициентов отражения, измеренных соответственно, при двух различных углах падения света. В данном случае были рассмотрены все возможные сочетания пар спектров отражения (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Сочетания пар спектров различных углов отражения

угол отражения	10°	20°	30°	40°
10°				
20°				
30°				
40°				

Рассмотрим расчет показателя преломления и толщины пленки, в качестве примера взяты два спектра отражения – при углах падения 10° и 30° . На основе полученных результатов для множества пар спектров, представленных в таблице 1, рассчитано среднее значение показателей преломления n и толщины d (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Средние значения показателей преломления и толщина

λ , нм	n_1	d , нм
371	3,2746	241
427	2,3776	
536	2,4787	
691	2,0709	

Для построения дисперсионных зависимостей была проведена аппроксимация с использованием специальных аппроксимационных уравнений в программе OriginPro. Полученные данные (см. таблицу 3) показаны на рисунке 2 и описываются уравнениями Коши, Хартманна 2 и Селмейера 1t.

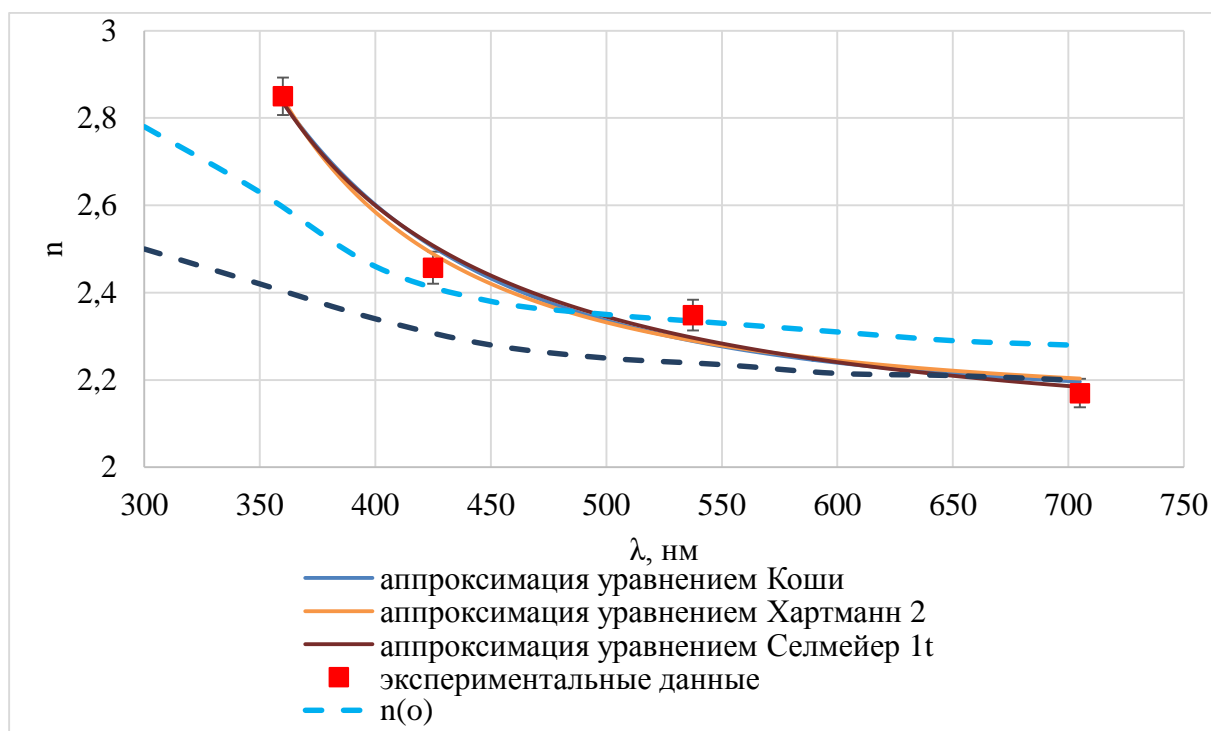


Рисунок 2 – Дисперсионная зависимость показателей преломления образца

Таблица 3 – Материальные константы для аппроксимационных уравнений

Материальные константы	Уравнение Коши	Уравнение Хартманна 2	Уравнение Селмейера 1t
A	2,14532	2,134	3,23922
B	2596,68098	17415,42661	264,56864
C	1,13E+10	203,37174	

Значения полученных показателей преломления сопоставлены со справочными данными образца монокристаллического ниобата лития. Дисперсионные зависимости показателя преломления пленки и обыкновенного показателя преломления монокристаллического LiNbO_3 близки как по общему характеру зависимости, так и по значениям показателей преломления.

Заключение. В данной работе подробно рассмотрен метод спектрофотометрии, с помощью которого рассчитаны оптические параметры пленки. Образцом в проведенных исследованиях являлась плёнка ниобата лития LiNbO_3 , нанесенная на кремниевую подложку, методом импульсного (высокочастотного) реакционного магнетронного распыления. Данный метод является наиболее целесообразным методом получения слоистых структур,

поскольку обеспечивает изготовление высококачественной оптической продукции, которая соответствует требованиям по устойчивости к внешним воздействиям.

Измерены спектральные зависимости отражения неполяризованного света при углах падения от 10° до 40° , с шагом 10° , на спектрофотометре Cary 5000. Далее, по измеренным угловым зависимостям отражения, методом спектрофотометрии, были рассчитаны показатель преломления n и толщина пленки d . Полученные экспериментальным путем значения показателей преломления сопоставлены с показателями преломления монокристаллического ниобата лития [4].

Литература

1. Л. А. Дунюшкина. Введение в методы получения пленочных покрытий электролитов для твердых топливных элементов: монография / Л. А. Дунюшкина. – Екатеринбург: УРО РАН, 2015. – 126 с.
2. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2017. Т. 20, № 2. С. 107—114.
3. Блистанов А. А., Гераськин В. В., Гореева Ж. А., Клюхина Ю. В. Определение параметров векторного ООЕ–синхронизма в LiNbO_3 // Кристаллография. 2004. Т. 49, № 2, - с. 268—270.
4. Handbook of optical constants of solids / Ed. by E. D. Palik. N.–Y.: Acad. Press, 1998, - 804 p.

УДК 541.10.662

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ МАССОПЕРЕНОСА РАДОНА НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Тиллобоев Х.И., Хакимходжаев С.Н, Якубова Д.М., Муллоева П.Т.
Худжандский государственный университет им. акад. Б.Гафурова
(г.Худжанд. РТ)
tilloboev-2006@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальных исследований на баковой модели по эманированию радиоактивного газа радона-222 через нейтральный грунт мелкой фракции. Показано, что при консервации или захоронении хранилищ радиационных отходов необходимо учитывать гранулометрический состав, плотность укладки используемых для этих целей нейтральных грунтов.

Ключевые слова: хвостохранилище, радон, продукты распада, эманация, консервация, диффузия, покрытия, миграция, коэффициент диффузии.

THE MAIN PROBLEMS OF ASSESSING THE MASS TRANSFER OF RADON TO THE TAILINGS OF RADIOACTIVE WASTE

Annotation. The paper presents the results of experimental studies on a tank model for emanating a radon-222 radioactive gas through a neutral fine-grained soil. It is shown that when preserving or

burying the storage facilities for radiation waste, it is necessary to take into account the particle size distribution, the packing density of neutral soils used for these purposes.

Keywords: *tailing, radon, decay products, emanation, conservation, diffusion, coatings, migration, diffusion coefficient.*

В результате выполненных в 2015-2018 гг исследований выделение радона с поверхности Дигмайского хвостохранилища приблизительно оценивается в 1200 -1600 Ки в год. Анализ проб воздуха, выполненный в 2018 г. (с чем согласны эксперты МАГАТЭ), показал, что содержание радона и продуктов его распада в пробах воздуха, отобранных на границах поселка Гозиён, превышают фоновые значения, характерные для данной местности. Это вносит дополнительный вклад в дозовые нагрузки от радиоактивного излучения на проживающее в окрестностях хвостохранилища население.

Целью данной работы является выявление путей миграций радона из радиоактивных отвалов в окружающую среду на территории Дигмайского хвостохранилища и оценка качества атмосферного воздуха в пределах севера Таджикистана. Следует отметить, что Дигмайское хвостохранилище содержит 36 миллионов тонн складированных малоактивных урановых отходов, которое содержат ряд тяжелых и радиоактивных элементов. В этих условиях, актуальной становится задача поиска путей снижения поступления радона в атмосферу. К наиболее эффективным способам решения этой задачи относится перекрытие открытых площадей хвостохранилища консервирующим слоем нейтрального грунта.

Для того, чтобы воспрепятствовать проникновению радона к поверхности необходимо создать такие условия, при которых диффузия длилась бы не менее 30 суток, то есть то время, за которое происходит практически полный его распад [1, 172]. Из пород, имеющих в районе хвостохранилища, наиболее подходящим по доступности (в том числе и по стоимости), сохранению неизменности физических свойств (десятилетия) и величине коэффициента диффузии радона оказался суглинок с включениями мелкого гравия и гальки до 20-25% от общей массы. Эманирующий слой подготовлен из проб радиоактивного материала отобранных с равномерно распределенных по поверхности хвостохранилища. Коэффициент диффузии определяли в баковой модели (рис.1) [2, 76]. Для оценки реального коэффициента диффузии радона в суглинках выполнены исследования на более мелкие фракции баковой модели аналогично предыдущему опыту [3, 122]. В цилиндр диаметром 1.0 м помещён слой (40 см) радиоактивных отходов хвостохранилища с массовой долей радия около $4 \cdot 10^{-10}$ г/г.

Сверху насыпан слой суглинок толщиной 1.2 м. Баковая модель по исследованию диффузии радона 20 см – эманирующий слой; 100 см слой нейтрального грунта. На глубинах 1.2; 1.0; 0.8; 0.6; 0.4; 0.2 м от поверхности размещены пробоотборники воздуха, связанные с поверхностью стеклянными трубками.

После заполнения модели материалом, через 2 месяца была выполнена серия замеров объемной активности через трубки с воздухозаборниками.

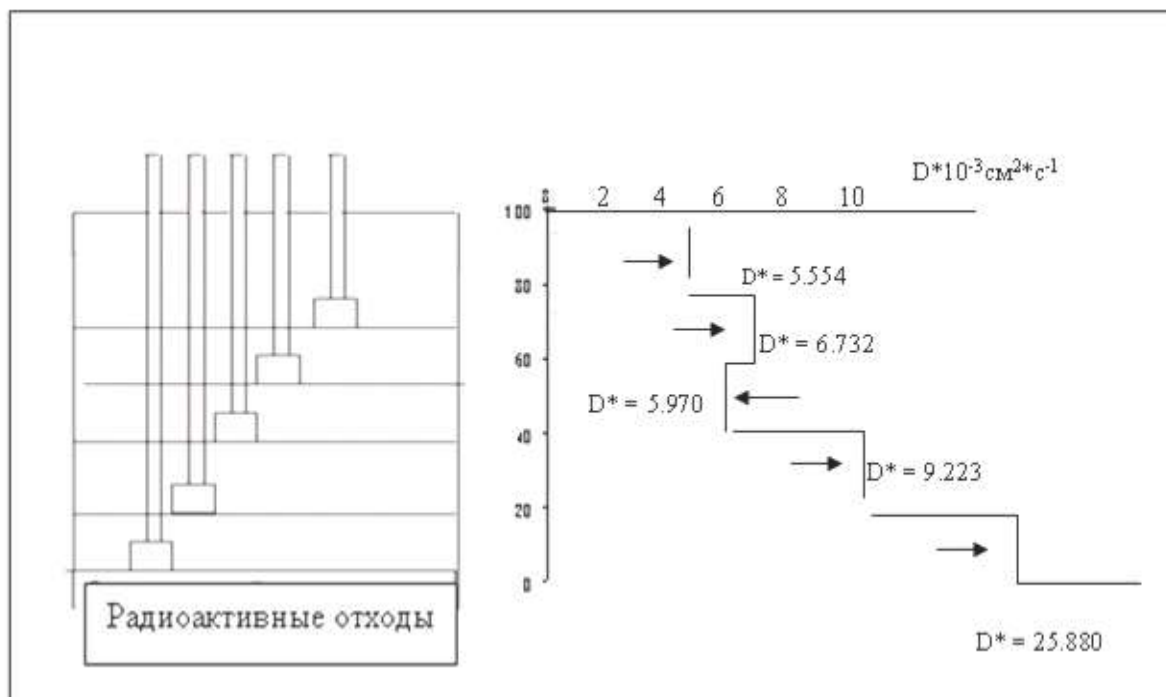


Рисунок 1 - Модель для определения коэффициента диффузии радона через грунт мелкой фракции.

Результаты усредненных измерений эманирования радона через трубки в баковой модели по месяцам, с учетом метеофакторов представлена в табл. 1

Таблица 1 - Результаты усредненных измерений эманирования радона через трубки в баковой модели в 2018г

№ Трубок	Объемная активность, Бк/м ³											
	декабрь	январь	Февраль	Март	апрель	Май	июнь	июль	Август	сентябрь	октябрь	ноябрь
1	350±25	392±32	408±38	415±32	418±38	432±33	455±25	468±43	472±38	402±3	411±33	415±33
2	210±32	201±29	182±34	255±44	254±32	261±31	311±32	322±31	327±34	314±4	316±31	312±31
3	180±23	150±37	189±29	292±30	202±49	210±43	258±23	281±37	281±29	261±3	250±43	264±43
4	109±18	102±24	113±33	153±24	274±37	175±32	227±18	231±41	229±33	190±2	215±32	114±32
5	57±4 2	68±1 8	88±2 4	100±36	113±29	118±24	102±42	102±29	115±24	103±3	101±24	88±2 4
Метеофакторы	t -3 0°C Атмосферн. давление- 969мБ	t 0÷ +2°C Атмосферн. давление- 955мБ	t +5 +8°C Атмосферн. давление- 965мБ	t +9- +12°C Атмосферн. давление- 974мБ	t +10+ 13°C Атмосферн. давление- 972мБ	t 15+18 °C Атмосферн. давление- 988мБ	22- 25°C Атмосферн. давление- 934мБ	28- 30°C Атмосферн. давление- 927мБ	26- 28°C Атмосферн. давление- 932мБ	+18 +22°C Атмосферн. давление- 940мБ	+19- ÷ +20° C Атмосферн. давление- 947мБ	+16+ 18°C Атмосферн. давление- 963мБ

Из таблицы 1 видно, что в модели установилось равновесное состояние на уровне данных, приведенных в графе 6, и эти данные использовались для расчета кажущегося коэффициента диффузии. После установления диффузионного равновесия через трубки отбирались пробы воздуха, определялась концентрация радона, и вычислялся кажущийся коэффициент диффузии по формуле:

$$D^* = \frac{\lambda (X_2 - X_1)^2}{(\ln C_2 - \ln C_1)^2},$$

где $\lambda = 2.097 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ - постоянная распада радона,

C_1, C_2 - концентрация радона (Бк/м³) на глубинах соответственно, x_1 и x_2 (см).

Истинный коэффициент диффузии определяется соотношением

$D = K_p \cdot D^*$, где K_p - коэффициент пористости пород [4].

Толщина слоя R (см), через который осуществляется диффузия, для полубесконечного эманулирующего слоя определяется соотношением:

$$R = 2,3 * \sqrt{\frac{D^*}{\lambda}} * \lg n,$$

где n - кратность ослабления потока радона.

Значение D^* определялось после установления в модели диффузионного равновесия. Средний коэффициент диффузии для модели равен $10,327 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Это означает, что для не менее чем 100-кратного ослабления радоновыделения необходима засыпка отходов слоем нейтральных суглинков толщиной около 1,5 – 1,7м. Модель демонстрирует также роль уплотнения нейтрального грунта при их укладке. Эти значения приведены в табл.2., из которой видно, что наиболее уплотненным слоем является третий. Ему соответствует наименьшее значение D^* . Наименее уплотнен первый слой, характеризующийся максимальным коэффициентом диффузии. Поэтому при консервации хвостохранилищ предлагаемым материалом исключительно важную роль играет уплотнение при укладке.

Таблица 2 - Расчетные значения коэффициента диффузии D^*

№ п/п	Слой	Интервал, см	$D^* \cdot 10^{-3}, \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
1	I	20 - 100	25,880
2	II	20 – 80	9,223
3	III	20 – 60	5,470
4	IV	20 – 40	6,732
5	V	20 – 20	5,554
средний D^*			10,327

Необходимо учитывать, что снижению диффузии радона благоприятствует увлажнение суглинков в процессе укладки. Со временем суглинков слеживается и самоуплотняется, что приводит к снижению во времени коэффициента диффузии и, как следствие, сокращению поступления радона в атмосферу.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что сроки установления равновесной концентрации радона в слоях нейтрально грунта зависят от интенсивности миграции радона, которая определяется его гранулометрическим составом. Наиболее интенсивно радон мигрирует в грунтах, представленных крупными фракциями. С уменьшением класса крупности фракций она снижается. Наиболее низкая интенсивность миграции радона отмечается в грунтах, представленных мелкими фракциями.

Приведенные экспериментальные исследования миграции радона в нейтральных средах мелкого гранулометрического состава позволяют сделать следующие выводы:

- интенсивность миграции радона определяется гранулометрическим составом слоя нейтрального грунта;
- наиболее интенсивно радон мигрирует в грунтах, представленных крупными фракциями, и интенсивность миграции снижается в грунтах, представленных мелкими фракциями;
- при планировании консервации или захоронения хранилищ радиационных отходов необходимо учитывать гранулометрический состав используемых для этих целей нейтральных грунтов;
- получена удовлетворительная сходимости экспериментальных и расчетных данных, в дальнейшем исходные данные можно учитывать для проектирования консервации и захоронения, которые могут быть получены расчётным путём.

Литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-06) СП 2.6.1.001-06. Душанбе: АЯРБ - 2006. - 172с.
2. Титов В.К., Венков В.А. Сравнительная эффективность двух модификации экспозиционной эмманационной съемки по методу активного налета –Л.: 1988. - 76с.
3. Тиллобоев Х.И и др. III - Республиканская научно-практическая конференция «Использование современных технологии в переработке горных минералов и металлургии» Чкаловск 2009. – с.122-126
4. Салтыков Л. Д., Шалаев И.Л., Лебедев Ю.А. Радиационная безопасность при разведке и добыче урановых руд.- М.: Энегтоатомиздат, 1984. - 34с.

УДК 541.124.7

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ АЦЕТИЛТИОМОЧЕВИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИИ В ПРИСУТСТВИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ТРЕХВАЛЕНТНОГО СУЛЬФАТА ЖЕЛЕЗА

Холов Х.И.¹, Зарифова М.С.¹, Самихов Ш.Р.², Квятковская Л.В.²

Институт химии им. В.И. Никитина НАН Т¹

Таджикский национальный университет² (г.Душанбе, РТ)

Kholmahmad90@mail.ru , Samikhov72@mail.ru

Аннотация. В данной статье приведены полученные результаты экспериментальных и кинетических исследований по изучению общих закономерностей процесса растворения золота в кислых растворах ацетилтиомочевина с последующей разработкой технологии извлечения металлов из хвостов флотации включая кинетические закономерности протекания процесса, влияние продолжительности времени выщелачивания и влияние температуры на основе ацетилтиомочевинного выщелачивания. На основе кинетических экспериментов и расчётов, определены порядок химической реакции, константа скорости реакции и энергия активации.

Ключевые слова: ацетилтиомочевина, кинетика, температура, графический метод Вант-Гоффа, порядок химической реакции, константа скорость реакции и энергия активации.

RESEARCH OF THE KINETICS OF ACETYLTIOUREA LEACHING OF GOLD FROM TAILS OF FLOTATION IN THE PRESENCE OF SULFURIC ACID AND TREVALENT IRON SULPHATE

Abstract. This article presents the results of experimental and kinetic studies on the general laws of the process of dissolution of gold in acid solutions of acetylthiourea, followed by the development of technology to extract metals from flotation tailings, including the kinetic laws of the process, the effect of temperature based on acetylthiourea leaching. Based on the kinetic experiments and calculations, the order of the chemical reaction, the reaction rate constant and the activation energy are determined.

Keywords: acetylthiourea, kinetics, temperature, graphical Vant-Hoff method, chemical reaction order, reaction rate constant and activation energy.

Ацетилтиомочевинное выщелачивание, применяемое при выщелачивании хвостов флотации золото-сурьмяно-ртутных руд, является весьма сложным процессом. Проблемой данного способа является сложность подбора оптимальных условий извлечения золота из продукта, удовлетворяющих требованиям технологического процесса [1, с.59]. Поэтому для строгой оптимизации процесса необходимы кинетические исследования. Опыты проводились с хвостами флотации, содержание золота в которых – 1,8 г/т.

Результаты по выщелачиванию золота ацетилтиомочевинной подробно освещены в соответствующих публикациях [2, с.7]. Поэтому здесь мы ограничимся лишь изложением главных выводов и рекомендаций, касающихся основных вопросов кинетики ацетилтиомочевинного выщелачивания золота из хвостов флотации, имея ввиду прежде всего возможность использования этого процесса.

Экспериментальная часть. Сериями экспериментов изучена кинетика растворения золота в ацетилтиомочевинных растворах для определения зависимости скорости процесса от основных технологических параметров – концентрации H_2SO_4 , температуры и т.д. В связи с этим были проведены кинетические исследования.

В таблице 1 приведены экспериментальные данные растворения золота в ацетилтиомочевинных растворах при различных температурах. Испытание проводилось в 1%-ном растворе ацетилтиомочевины при 1.38% серной кислоты и 0.5% трёхвалентного сульфата железа. Длительность опытов 8 часов, рН среды – 6.0. В данных условиях, золото в раствор переходило в незначительных количествах (табл. 1). Как видно за 8 часов в раствор выщелачивается золота 20.8

%. Условия выщелачивания: руда – 100 гр., вода – 200 мл, $\text{CH}_3\text{CONHCSNH}_2$, - 2 гр., H_2SO_4 – 1 мл, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – 1 гр.

Как видно из рисунка 1 и таблицы 1 с повышением температуры, уменьшением pH среды и обработки с серной кислотой в ацетилтиомочевинных растворах скорость растворения золота возрастает. Степень извлечения возрастает от 45.2 до 86.1 %.

Таблица 1 – Извлечение золота из хвостов флотации нижнего горизонта Джижикрутского месторождения ацетилтиомочевинным выщелачиванием

Время, ч	Остаточное содержание золота при различных pH, мг/л		Извлечение золота в растворе, %
	pH	Au	
нач.			
2	5,8	0,165	19,4
4	6,1	0,174	20,5
6	5,8	0,175	20,6
8	5,8	0,177	20,8
Хвосты флотации после обжига при 200 °С			
2	5,3	0,144	16,9
4	5,3	0,152	17,9
6	5,8	0,168	19,8
8	5,8	0,166	19,5
Хвосты флотации после обжига при 400 °С			
2	5,6	0,162	19,0
4	5,9	0,173	20,3
6	6,2	0,181	21,3
8	6,0	0,184	21,6
Хвосты флотации после обжига при 600 °С			
2	6,2	0,338	39,8
4	6,4	0,379	44,6
6	6,2	0,381	44,8
8	6,8	0,384	45,2
Хвосты флотации после обжига при 600 °С и обработка с H_2SO_4			
2	2,4	0,648	76,2
4	2,8	0,685	80,6
6	2,6	0,730	85,9
8	2,6	0,732	86,1

Для выяснения механизма химической реакции и расчета константы скорости реакции обязательно надо знать порядок реакции по реагирующим веществам и суммарный порядок данной реакции [3]. Существуют специальные

экспериментальные приемы, позволяющие определять, как порядки по отдельным компонентам, так и общий порядок реакции [4].

Пользуясь данными таблицы 1 рассчитаем n для разных промежутков времени, для этого необходимо рассчитать $\operatorname{tg} \alpha_1$ и $\operatorname{tg} \alpha_2$. Для определения порядка реакции используем графический метод Вант-Гоффа, который позволяет определить порядок реакции (таблицы 2) по уравнению:

$$n = \lg \frac{g_1}{g_2} / \lg \frac{a_1}{a_2}.$$

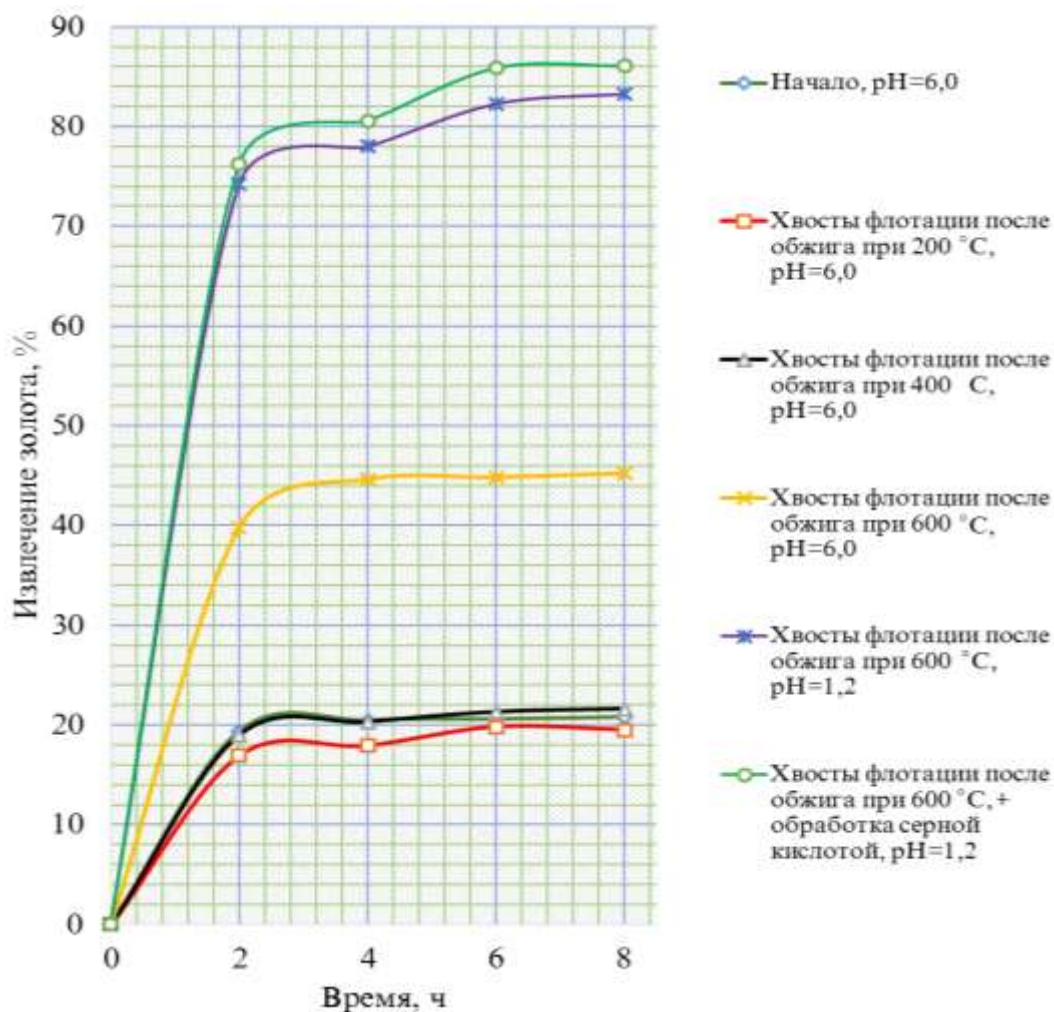


Рисунок 1 - Зависимость процентного извлечения золота от продолжительности выщелачивания.

Таблица 2 – Данные порядка реакции по методу Вант – Гоффа

№	$\operatorname{tg} \alpha_1$	$\operatorname{tg} \alpha_2$	a_1	a_2	n
1	0,17	0,169	79,5	79,4	2,6
2	0,232	0,230	80,2	80,1	3,7
3	0,9	0,6	81	80,15	3,8
4	0,608	0,6	55,4	55,2	2,5
5	0,988	0,922	17,7	17,4	3,33

6	0,072	0,71	14,1	13,9	2
---	-------	------	------	------	---

Порядок химической реакции, рассчитанной по экспериментальным данным, близки по значениям, следовательно, данная реакция подчиняется уравнению для реакций третьего порядка. В таблице 3 представлена зависимости $1/(a-x)^2$ от τ .

Таблица 3 – Порядка реакции процесса ацетилтиомочевинного выщелачивания золота из хвостов флотации

№	(100-x)	$1/(a-x)^2$	τ	№	(100-x)	$1/(a-x)^2$	τ
1.	80,6	$1,539 \times 10^{-4}$	2	1.	83,1	$1,448 \times 10^{-4}$	2
2.	79,5	$1,581 \times 10^{-4}$	4	2.	82,1	$1,482 \times 10^{-4}$	4
3.	79,4	$1,587 \times 10^{-4}$	6	3.	80,2	$1,554 \times 10^{-4}$	6
4.	79,2	$1,593 \times 10^{-4}$	8	4.	80,5	$1,549 \times 10^{-4}$	8
1.	81,0	$1,524 \times 10^{-4}$	2	1.	60,2	$2,759 \times 10^{-4}$	2
2.	79,7	$1,572 \times 10^{-4}$	4	2.	55,4	$3,258 \times 10^{-4}$	4
3.	78,7	$1,615 \times 10^{-4}$	6	3.	55,2	$3,295 \times 10^{-4}$	6
4.	78,4	$1,626 \times 10^{-4}$	8	4.	54,8	$3,329 \times 10^{-4}$	8
1.	25,8	$1,502 \times 10^{-3}$	2	1.	23,8	$1,765 \times 10^{-3}$	2
2.	22	$2,066 \times 10^{-3}$	4	2.	19,4	$2,066 \times 10^{-3}$	4
3.	17,7	$3,191 \times 10^{-3}$	6	3.	14,1	$3,191 \times 10^{-3}$	6
4.	16,7	$3,585 \times 10^{-3}$	8	4.	13,9	$3,585 \times 10^{-3}$	8

Таблица 4 – Константы скорости реакции процесса ацетилтиомочевинного выщелачивания золота из хвостов флотации

№	$1/(a-x)^2$	
	$\operatorname{tg} \alpha$	k
1.	0,003	0,0015
2.	0,01617	0,008085
3.	0,00227	0,011375
4.	0,02025	0,010125
5.	0,33720	0,16860
6.	0,30330	0,15165

Расчетные данные порядка реакции на основе экспериментально полученных результатов представлены в таблице 4. Одинаковые начальные концентрации наблюдаются только для второй, третьей и четвертой частей таблицы 1, что подходит для наших исследований. Рассчитанный по методу наименьших квадратов тангенс угла наклона прямой позволим определить энергию активации (таблица 5).

Таблица 5 – Исходные данные для определения кажущейся энергии активации процесса ацетилтиомочевинного выщелачивания золота из хвостов флотации

№	t, °C	T, K	1/T	k	lnk
1.	200	473,15	0,0021135	0,008085	- 4,8177
2.	400	673,15	0,0014855	0,011375	- 4,25633
3.	600	873,15	0,0011453	0,02025	- 3,89960

Далее построим график зависимости константы скорости от температуры в координатах уравнения Аррениуса и рассчитываем энергию активации (рисунок 2). Из графика рисунка 2 - зависимости $\ln k$ от $1/T$ следует, что $\ln A = -2.8$.

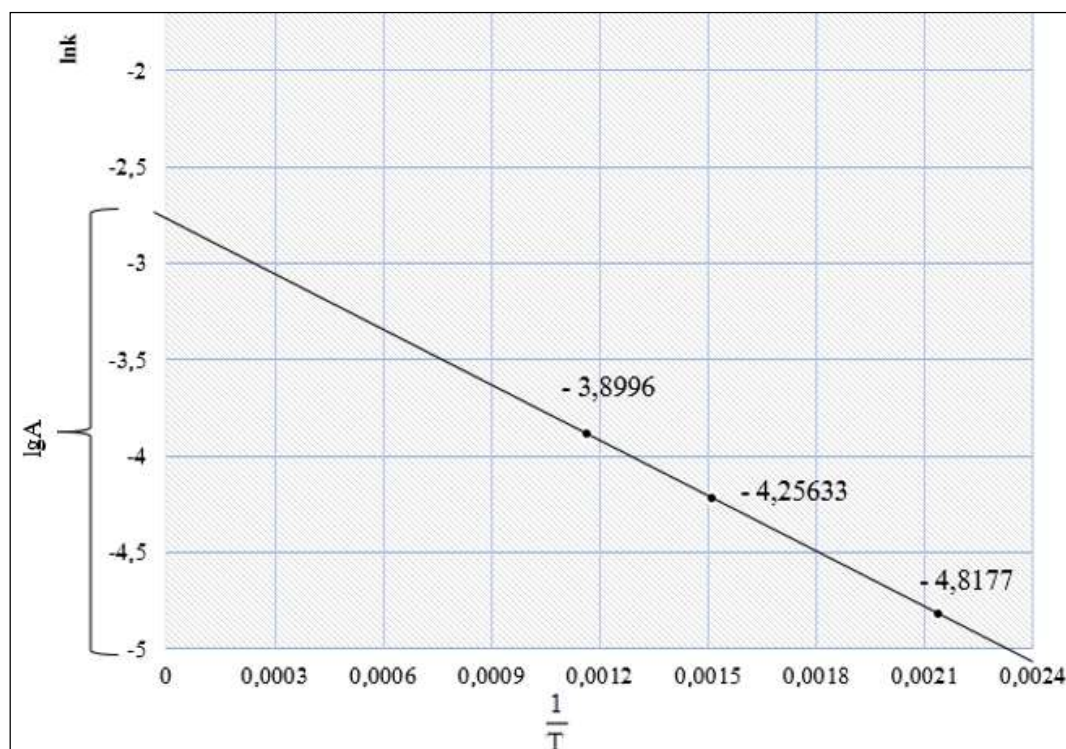


Рисунок 2 – Линеаризация зависимости $\ln k$ от $1/T$ по уравнению Аррениуса.

Выводы. Таким образом, определено значение энергии активации, которое равно 7.95 кДж/моль, что свидетельствует о быстром протекании реакции в диффузионной области. Полученные данные могут быть использованы при исследовании различных руд, содержащих серебро и проектировании золото-извлекательных фабрик, где предусмотрено ацетилтиомочевинного выщелачивания.

Литература

1. Холов Х.И., Квятковская Л.В., Самихов Ш.Р. Кинетика процесса ацетилтиомочевинного выщелачивания золота из хвостов флотации нижнего горизонта Джижикрутского месторождения // – Eurasian Science journal (Евразийский научный журнал). Москва, 2019 г. № 4 (61), - С.59-65.
2. Kholov Kh.I., Samikhov Sh.R. Acetylthiourea leaching gold from tails of flotation deposit Dzhikikrut. – Norwegian Journal of Development of the International Science. – Global Science Center LP. – 2019. -Oslo. Vol.3, p.7 – 11.
3. Мансуров М.М. Кинетика химических реакций. Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям по физической химии. – Душанбе: Таджикском госуниверситете имени В.И. Ленина, 1975. – 40 с.
4. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Бобохонов Б.А. Изучение кинетики процесса цианирования золотосодержащих руд Таджикистана. Известия АН Республики Таджикистан: Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2012. – Т. 146, № 1. – с. 85 – 91.

УДК 620.193

СИНТЕЗ И МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-In, ЛЕГИРОВАННЫХ ПРАЗЕОДИМОМ

ХОЛОВА С.С., УМАРОВА Т.М.

*Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе (г.Душанбе, РТ)
umarova04@mail.ru*

***Аннотация.** В работе приведены результаты синтеза и металлографического исследования сплавов тройной системы Al-In-Pr (до 1% Pr, по массе).*

***Ключевые слова:** алюминий, индий, легирование, микроструктура.*

THE SYNTHESIS AND METALLOGRAPHIC INVESTIGATION OF ALLOYS OF THE Al-In SYSTEM, DOPED WITH PRASEODYMIUM

***Annotation.** The results of microstructural study and analyzes of Al-In -Pr alloy (up to 1 wt.% Pr) are presented in the article.*

***Keywords:** aluminum, indium, alloying, microstructure.*

Введение. Алюминий – известный стратегический материал, широко применяемый в авиастроении. Улучшение физико-химических свойств алюминиевых сплавов, по-прежнему остается важнейшей задачей повышения сроков эксплуатации современных конструкционных материалов на их основе. Решение данной задачи возможно путём всестороннего изучения влияния малоизученных легирующих добавок на физико-химические свойства сплавов.

Актуальность изучения сплавов системы алюминий-индий не вызывает сомнений, что следует из области его применения. Изначально индий применяли

главным образом для изготовления подшипников, позже он стал неотъемлемой составляющей авиационной и автомобильной промышленности, атомной энергетики, микроэлектроники и т.д. На летательных аппаратах в ряде случаев целесообразно применение и других типов высокоэффективных химических источников тока, одним из которых является воздушно-алюминиевый электрохимический генератор с щелочным электролитом, поскольку его удельные энергетические характеристики выше, чем у любых других источников [1 - 3]. В работах авторов [4-5] показано, что индий увеличивает прочность сплавов, облегчает механическую обработку и повышает коррозионную стойкость. Добавка индия до 0.20% приводит к упрочнению алюминиевых сплавов при старении [6], поэтому, данный металл является объектом изучения для создания новых конструкционных сплавов с особыми свойствами.

Сегодня не мыслимо развитие современных ЭВМ, средств связи и коммуникаций, лазерной техники, оптических систем, низкотемпературных проводников, многих видов оборонной техники и т.п. без редкоземельных металлов. По мере более глубокого изучения свойств РЗМ, они приобретают все более важную роль в современном металловедении, в том числе металловедении алюминиевых сплавов.

Диаграмма состояния системы алюминий-индий построена в полном концентрационном интервале и достаточно изучена различными авторами [7-8], она представляет не только большой теоретический, но и практический интерес. Добавка индия к алюминию, равно, как и Sn, Ga, Tl приводит к подавлению негативного влияния оксидной плёнки на алюминии, смещая электродный потенциал в более отрицательную область значений потенциалов, в результате чего растёт перенапряжение водорода на катодных участках, приводящая к снижению коррозионного разрушения.

Данная работа относится к области исследования сплавов системы Al-In, легированных одним из металлов группы лантаноидов, а именно празеодимом [9]. Синтез алюминиевых сплавов путем легирования – является эффективным способом повышения физико-химических и механических свойств нового материала, практической возможностью перевода некондиционного металла (в данном случае алюминия) в товарный продукт. Введение различных легирующих компонентов в алюминий существенно меняет его свойства, а иногда придает ему новые специфические свойства. Редкоземельные металлы представляют собой уникальную группу металлов для изучения различных свойств, позволяющих использовать сплавы с их добавками в качестве современного конструкционного материала. Лантаноиды вносят заметный вклад в изменение структуры и свойств алюминиевых сплавов. Поскольку растворимость РЗЭ в алюминии предельно мала, то в сплавы редко добавляют более 0.5% (по массе), но уже и эти малые добавки являются вполне эффективными. Поэтому максимальная концентрация легирующего компонента (празеодима) для алюминиевых сплавов составляет 1% (по массе).

Методы исследования.

В данной работе использованы известные методы физико-химического анализа: синтез сплавов проводили прямым сплавлением в муфельной печи марки ПМ-8 013/262 (Россия); металлографический анализ проводился с помощью микроскопа NIKON SMZ 670 (x 200) в лаборатории «Металловедение и термическая обработка» Филиала МГУ в г. Душанбе .

Сплавы для исследования получали с применением лигатуры (10% Al-In), в расплав которой при температуре 660-700⁰С вводили празеодим металлический (ТУ-48-40-215-72). После чего температуру печи повышали до 800-850⁰С, выдерживали в течение 30 минут, перемешивали для достижения однородности, затем в расплавленном состоянии заливали в стальную изложницу для получения сплава в виде стержней $d=8$ мм и высотой не менее 60 мм). Состав сплава приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав исследуемого сплава

№ сплава*	1	2	3	4	5
In, % вес.	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
Pr, % вес.	-	0.01	0.05	0.10	1.0

* остальное – алюминий.

Механическая обработка поверхности сплавов заключалась в шлифовании и полировании их поверхности с последующим травлением микрошлифа. С целью возможности качественного проведения микроструктурного анализа мы стремились поверхность образцов синтезированных сплавов довести до зеркальной поверхности (рисунок 1), что было достаточно сложно, т.к. индий достаточно мягкий металл, имеющий свойство притирать поверхность и давать темный матовый оттенок, что в целом мешало проведению микроструктурного анализа. Данный этап работы на наш взгляд является наиболее сложным, поскольку качество полировки влияет на развитие истинной микроструктуры и неправильная подготовка поверхности образца может привести к искажению информации о структуре изучаемого сплава.



Рисунок 1 - Поверхность шлифа сплавов системы Al-In-Pr , подготовленная для микроструктурного анализа.

По завершению полирования микрошлиф готов к травлению. Травление является по существу контролируемым процессом коррозии в результате электролитического взаимодействия между областями поверхности с разными потенциалами. Травителей, применяемых для микроструктурного анализа алюминиевых сплавов, довольно много. Мы изучали составы травителей для сплавов серий от 2xxx до серии 7xxx [10], но конкретно для выбранной нами системы – в литературе нет данных, поэтому рассматривались несколько возможных вариантов, из которых наибольшее применение на практике нашли реагент Келлера, 1 %-ный раствор NaOH и 0.5 %-ный раствор плавиковой кислоты.

Реагент Келлера состоит из: 2 мл плавиковой кислоты HF (48 %); 3 мл соляной кислоты HCl и 5 мл 190 мл воды H₂O. Этот травитель дает возможность выявлять границы зерен и выделения во многих деформируемых сплавах. Но лучшим травителем, на наш взгляд, является раствор плавиковой кислоты: 0,5 %-ный раствор плавиковой кислоты (1 мл плавиковой кислоты (48 %) на 200 мл воды) применяют для идентификации компонентов литых алюминиевых сплавов.

Основные результаты

Ни рисунке 2 представлены результаты микроструктурного анализа сплавов системы Al-In эвтектического состава, легированного празеодимом (до 1%).

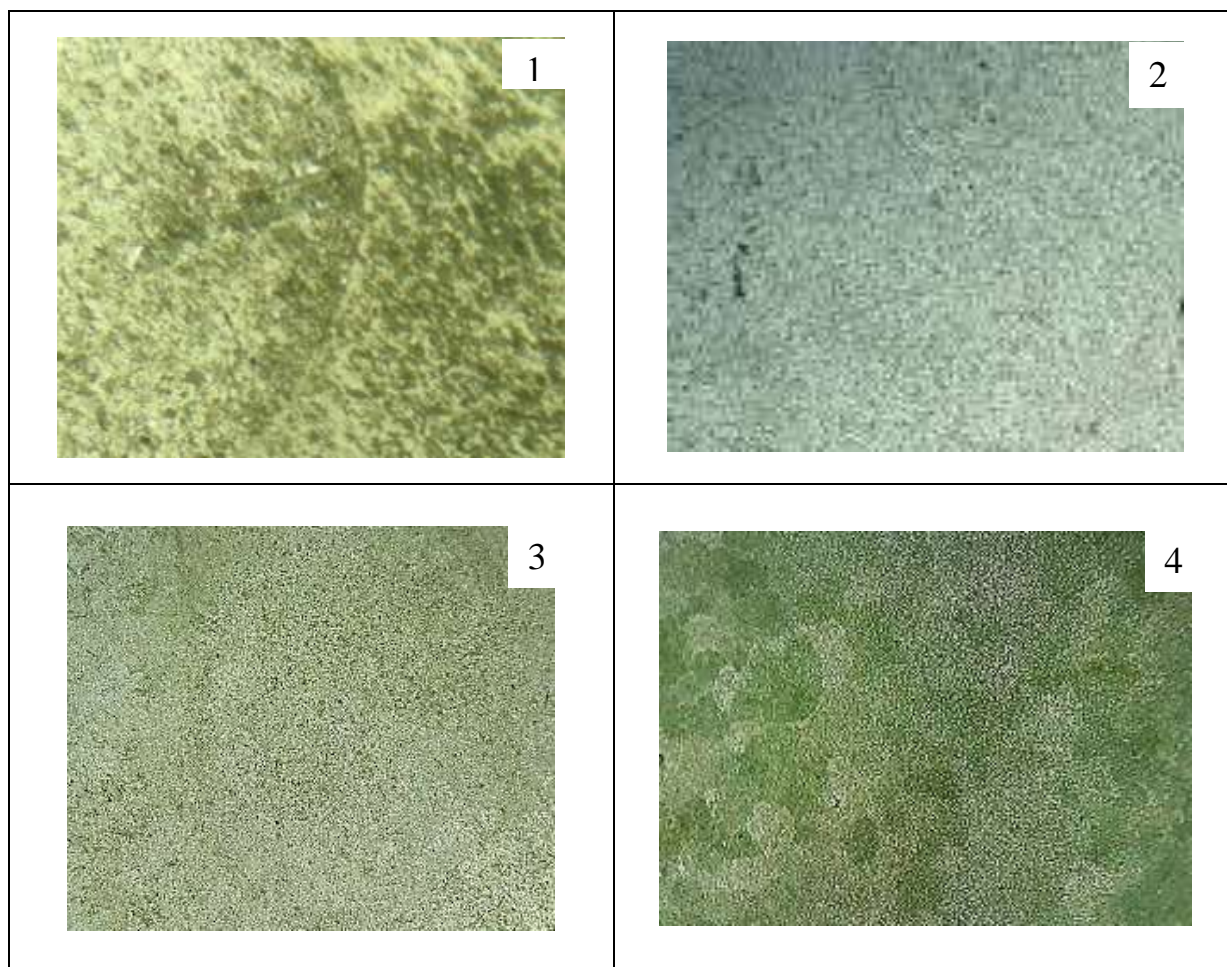




Рисунок 2 - Результаты микроструктурного анализа сплавов системы Al-In эвтектического состава, легированного празеодимом (соответствует таблице 1).

Выводы. На основании результатов микроструктурного анализа можно сделать вывод о благоприятном воздействии допирования алюминиево-индиевого сплава эвтектического состава металлом цериевой подгруппы лантаноидов (празеодимом до 1%), причём эффект модифицирования заметен при его минимальной добавке. Данный результат позволяет судить о перспективности применения синтезированных сплавов тернарной системы в качестве современного конструкционного материала в авиационной и автомобильной промышленности, оборонной технике.

Литература

1. Горбунов Ю.А. Роль и перспективы редкоземельных металлов в развитии физико-механических характеристик и областей применения деформируемых алюминиевых сплавов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: техника и технологии. 2015. Т. 8. № 5. С. 636–645.
2. Тарасова Т.В., Гвоздева Г.О. – Исследование процессов лазерного легирования поверхности алюминиевых сплавов. 2012г.
3. Жук А.З., Илюхина А.В., Пушкина К.В. и др. Исследование влияния добавок органических ингибиторов щелочной коррозии алюминия на характеристики воздушно-алюминиевого электрохимического генератора. //Электронный журнал Труды МАИ. Вып.№69.
4. Яценко С.П. Индий. Свойства и применение. М.: Наука, 1987г. - 256с.
5. The Technical Guideline for Preventing Health Impairment of Workers Engaged in the Indium Tin Oxide Handling Processes (англ.). — JNIOH, 2010.
6. Федоров П.И., Акчурин Р.Х. Индий. М.: Наука; Наука/Интерпериодика, 2000. — 276 с.
7. Диаграммы состояния двойных металлических систем./Справочник под ред. Лякишева Н.П. М.: Машиностроение. 1997г. - 514С.
8. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. 1979г., - 640С.
9. Умарова Т.М., Холова С. Влияние индия на фазовый состав и микроструктуру алюминия. // Материалы Междун. научн. Конференции

«Современные проблемы естественных и гуманитарных наук и их роль в укреплении научных связей между странами», посвященная 10-летию Филиала МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе. 2019г., - с. 123-129.

10. Баранова Л.В., Демина Э.Л. Металлографическое травление металлов и сплавов. Справочник. - М.:Металлургия, 1986. - 256 с.

УДК 546.123.3

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ УГЛЕЙ ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Шарипова Х.Ш.¹, Факеров Г.М.², Эркаев А.У.³, Мирзоев Б.⁴.

Ташкентский химико-технологический институт^{1,3}, (г.Ташкент, Узбекистан)

Институт энергетики Таджикистана²,

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе⁴

Аннотация. На основании полученных данных разработан способ получения гуминовых кислот и органоминеральных удобрений из углей Фан-Ягнобского месторождения. Показано, что при кислотной переработке образцы данного месторождения обуславливают образование гуминовых соединений и микроэлемент содержащий шлам пригодный для производства органоминеральных удобрений.

Исследован химический состав углей Фан-Ягнобского месторождения. Показана их пригодность для производства органоминеральных удобрений.

Ключевые слова: уголь, компонент, жидкая и твердая фаза, равновесие, микроэлемент, гуминовые кислоты, влага, органо-минеральные удобрения.

PRODUCING HUMIC ACIDS AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS METHOD FROM COALS OF THE FAN-YAGNOBSKY DEPOSIT

Abstract. On the basis of obtained data , a method of obtaining humic acids and organomineral fertilizers from the coals of the Fan-Yagnob deposit has been developed . It is shown that during acid processing, samples of this deposit cause the formation of humic compounds and trace element-containing sludge suitable for the production of organo-mineral fertilizers The the coals chemical composition of the Fan-Yagnob deposit has been investigated. The suitability for the production of organo-mineral fertilizers is shown.

Keywords: coal, component, liquid and solid phase, balance, microelement, humic acids, moisture, organo-mineral fertilizers.

Введение

Лучшими органическими компонентами для органоминеральных удобрений является навоз, торф и куриный помёт, но как в Узбекистане, так и в Таджикистане их ресурсы крайне ограничены. Сырьем для производства твердых гуминовых удобрений и стимуляторов роста растений могут быть только угли с содержанием гуминовых кислот выше 45% [1]. Именно такие угли, называемые выветрелыми, были использованы на комбинате «Башкируголь», Винницком и Сумском (Украина) суперфосфатных заводах, Кокандском

(Узбекистан) суперфосфатном заводе, предприятиях Иркутской области для приготовления крупных партий углеаммиачных, углекалиевых, угленатриевых удобрений, раствора гумата аммония в качестве стимулятора роста растений и органоминерального удобрения «Гумофос» для широких агрохимических испытаний. Метод получения гуминовых удобрений заключался в обработке углей слабыми растворами щелочей (NH_4OH , KOH , NaOH), благодаря чему гуминовые кислоты переходят в соли (гуматы аммония, калия, натрия), становятся растворимыми в воде и доступными для усвоения растениями. Процесс получения «Гумофоса» состоял в смешении одной тонны сухого угля с 50-100 литрами аммиачной воды и 50-100 кг одинарного суперфосфата. Все полученные препараты были испытаны в различных почвенно-климатических условиях при выращивании многочисленных сельскохозяйственных культур и показали высокую агрохимическую эффективность [2].

Нужно отметить, что в литературе уже известны способы получения органоминеральных удобрений из гуминовых препаратов и аммофосной пульпы. Так, в авторском свидетельстве [3] предлагается обрабатывать окисленный в природных условиях уголь пульпой фосфатов аммония с рН 7-10 при 100°C. Процесс этот осуществлен в опытно-промышленном масштабе на Чарджоуском химическом комбинате в Туркменистане с использованием окисленного бурого угля Туаркырского месторождения Западного Туркменистана, содержащего 56,8% гуминовых кислот [4]. В этом же авторском свидетельстве говорится о том, что при увеличении содержания угля, то есть при соотношении уголь: пульпа = 1 : 9 суспензия получается малоподвижной, что вызывает трудности для дальнейшей переработки.

Но в литературе нет данных по использованию углей Фан-Ягнобского месторождения с целью применения их для производства органоминеральных удобрений. Промышленный потенциал Таджикского угольного бассейна велик. В его пределах находится уникальное месторождение «Назар-Айлок» с низкочольными и малосернистыми антрацитами, крупное в Центральной Азии месторождение коксующихся углей «Фан-Ягноб» и целая группа мелких объектов каменных углей – энергетического и химического сырья.

Наиболее крупным, обширным по площади, угленосным районом, который представлен максимальным количеством пластов угля, является Зарафшано-Гиссарский. Угленосная толща протягивается почти непрерывной полосой от Пенджикента до верховьев реки Зарафшан [5-7].

Республика Таджикистан богата углями, расположенными в различных частях её территории. Согласно данным Министерства промышленности и новых технологий, запасов угля достаточно не только для обеспечения топливно-энергетического комплекса на десятилетия, но и для создания химической промышленности. Из 40 месторождений и проявлений угля, известных на территории Таджикистана, детально изучены только два: «Шураб» и «Фан-Ягноб».

Наличие сырья и богатых разведанных запасов угля создают условия для их широкого использования, как в энергетической, так и в промышленной отрасли.

Сегодня более 200 промышленных и энергетических предприятий используют уголь как альтернативное технологическое топливо, заменяющее природный газ. Эти меры снизили зависимость экономики республики от импорта природного газа и нефтяной продукции. А продуктивное использование угля, и на этой основе развитие химической промышленности и цветной металлургии, может стать основным источником достижения целей экономического развития страны.

В соответствии с предусмотренными планами в Таджикистане создаются условия для построения 3 отраслевых взаимосвязанных цепей с использованием различных видов угля, в том числе: а) уголь – электроэнергетика – производство строительных материалов; б) коксование угля – кокс – продукция для химической промышленности; в) уголь – газификация – производство минеральных удобрений.

Как показано выше, угли Таджикистана используются в основном в качестве топлива. В литературе нет сведений об использовании углей Таджикистана в качестве гуматсодержащих препаратов, применяемых в сельском хозяйстве. Поэтому изучение физико-химических свойств углей Фан Ягнобского месторождения с целью применения их для производства органо-минеральных удобрений является актуальной.

Методы исследований и полученные результаты. Химический состав образцов изучали химическими методами анализов. Идентификацию образцов проводили на основе дифрактограмм, которые снимали на аппарате XRD-6100 (Shimadzu, Japan), управляемом компьютером. Применяли CuK_α -излучение (β -фильтр, Ni, 1.54178 режим тока и напряжения трубки 30 mA, 30 kV) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин с шагом 0,02 град. ($\omega/2\theta$ -сцепление), угол сканирования изменялся от 4 до 80°С. Морфологию и размер частиц - с помощью сканирующего электронного микроскопа JeolJSM-6510LV(Япония).

Термоаналитические исследования представленных образцов проводились на приборе Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Германия), с термопарой К-типа (LowRGSilver) и алюминиевыми тиглями. Все измерения были проведены в инертной азотной атмосфере со скоростью потока азота 50 мл/мин. Температурный диапазон измерений составлял 25-300°С, скорость нагрева равнялась 5К/мин. Количество образца на одно измерение 5-10 мг. Измерительная система калибровалась стандартным набором веществ KNO_3 , In, Bi, Sn, Zn.

Для исследований были отобраны пробы углей из различных глубин Фан Ягнобского месторождения участка Джидикрут.

Общетехнические исследования углей проводили общепринятыми методами. Аналитическую влажность угля определяли по ГОСТ 11014-81. Зольность проб определяли по ГОСТ 11022-75. Количество гуминовых кислот в угле определяли экстракцией гуминовых кислот 0,1 Н раствором щелочи при нагревании, осаждении их избытком соляной кислоты и определением массы

полученного осадка по ГОСТ -9517-76. Результаты исследований приведены в табл.1

Таблица 1 - Результаты анализа проб углей Фан-Ягнобского месторождения

№	Влажность, %	Зольность, %	Органическая масса угля, %	ГК, % на ОМУ
1	2,67	25,2	72,13	2,38
2	3,03	9,76	87,21	5,68
3	3,78	13,21	83,01	3,58
4	2,06	28,01	69,93	2,06

Как видно из таблицы 1 зольность углей колеблется в широких пределах от 9,76% до 28,01%. Пробы №2 и №3 имеют зольность 9,76% и 13,21% соответственно. Пробы №1 и №4 отличаются высоким содержанием минеральных веществ. В них зольность колеблется в пределах 25,2-28,01%.

Результаты анализов углей участка Джидикрут показывают, что они содержат небольшое количество гуминовых кислот 2,06-5,68%, причём угли с высокой зольностью (проба 1 и 4) имеют меньшее количество гуминовых кислот: 2,38% и 2,06 соответственно. Однако, как показали поисковые опыты при окислении углей Таджикистана в определенных технологических условиях серной и азотной кислотой количество гуминовых кислот повышается до 60%.

С целью детального изучения минеральной части углей Фан Ягнобского месторождения методом рентгеновской флуоресценции был проведён спектральный анализ золы всех изучаемых проб углей на высокопроизводительном энергодисперсионном рентгеновском флуоресцентном спектрометре ЭДРФ компании Rigaku. Спектрометр используется для ежедневного определения следовых элементов в сложных типах образцов. До пяти вторичных мишеней охватывают полный диапазон элементов (Na – U) с оптимальной чувствительностью. Возбуждение обеспечивается 50Вт рентгеновской трубкой с Pd-анодом. Результаты анализов минеральной части углей Фан Ягнобского месторождения участка Джидикрут представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Спектральный анализ золы углей Фан Ягнобского месторождения участка Джидикрут

элементы	проба №1	проба №2	проба №3	проба №4
Si	20,0	25,0	25,0	25,0
Al	10,0	15,0	10,0	10,0
Ca	1,0	1,0	1,0	0,3
Na	0,3	0,2	0,4	0,4
K	0,6	1,0	1,0	1,5
Fe	10,0	3,0	4,0	4,0
Mg	3,0	3,0	3,0	3,0
P	0,5	0,1	0,4	0,1

Ba	0,03	0,04	0,04	0,04
Sr	0,02	0,02	0,03	0,02
B	0,02	0,01	0,01	0,01
Mn	0,1	0,02	0,03	0,03
V	0,06	0,03	0,03	0,03
Ti	0,2	0,2	0,2	0,2
Cr	0,01	0,006	0,015	0,02
Ag	0,0003	0,00004	0,0001	0,00004
Cu	0,02	0,006	0,01	0,008
Pb	0,01	0,006	0,01	0,01
Zn	0,02	0,006	0,01	0,01
Ni	0,02	0,003	0,004	0,003
Co	0,005	-	0,001	-
Mo	0,003	0,001	0,004	0,0006
Sn	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004
Be	0,003	0,0003	0,001	0,0004
Li	0,03	0,04	0,06	0,04
La	-	0,02	0,02	-
Sc	-	0,002	0,001	-

Как видно из табл. 2 угли участка Джидикрут содержат широкий спектр элементов. Они богаты соединениями кремния, алюминия, железа. Количество их достигает 20-25%, 10-15% и 3-10% соответственно, причём проба №1 содержит 10% железа, а образцы №2, №3, №4 отличаются пониженным количеством железа (3; 4%). Анализируемые образцы содержат фосфора 0,1-0,5% , а количество кальция достигает 0,3-1,0% [15]..

Результаты исследований показывают, что изучаемые образцы углей содержат такие микроэлементы, как: бор (0,01-0,02%), марганец (0,03-0,10%), медь (0,006 – 0,02%), никель (0,003-0,02%), которые могут использоваться в сельском хозяйстве как микроэлементы.

Заключение. Проведенные исследования показывают, что угли Фан - Ягнобского месторождения после их кислотного окисления пригодны для получения гуминовых соединений используемых в сельском хозяйстве в качестве ростовых веществ, а зольная часть их используется для получения микроэлемент содержащих органоминеральных удобрений.

Литература

1. Покуль Т.В., Ларина В.А. Сырьевые источники Иркутской области для производства углегуминовых удобрений и стимуляторов роста растений // Химия и переработка твердого топлива. – Иркутск, 1973. с. 3-14.
2. Усанбоев Н.Х., Якубов Р.Я., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Органоминеральные удобрения на основе бурых углей. // Химическая промышленность, 2005. т. 82. - № 9. - С. 421-432.

3. А.с. 1606504 СССР. Кл. CO5F 11/02. Способ получения органоминеральных удобрений/ А.М.Ходжамамедов, Б.К.Наматов, В.С.Стародубцев, А.В. Кононов, А.А.Бродский, А.Т.Морозова, Н.В.Шмелева, И.А.Логинова. Б.И.1990, № 42.
4. Славинская Л.П. Влияние неорганических реагентов на выход, состав и свойства гуматов из бурых окисленных углей Туаркырского месторождения: Автореф. дис. ... канд.хим.наук. – Ташкент, 1991, 23 с.
5. Абдурахимов Б.А., Охунов Р.В. Угольная промышленность Таджикистана: сырьевая база, состояние и перспективы развития. Душанбе: Недра, 2011. – 248 с.
6. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов полезных ископаемых (Постановление Правительства РТ. 2009, № 429).
7. Государственный баланс запасов угля по месторождениям Республики Таджикистан за 2009. Душанбе. Госгеолфонд, - 2010.

УДК 669.027:721:669.175

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВО – ЖЕЛЕЗОВОГО СПЛАВА АЖ 2.18 С САМАРИЕМ, В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl

Эсанов Н.Р.¹, Ганиев И.Н.¹, Хакимов А.Х.², Умарова Т.М.³

Институт химии им. В. И. Никитина НАНТ¹

Таджикский технический университет им.ак. М.С. Осими²

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе³ (г.Душанбе, РТ)

Аннотация. *Алюминиевые сплавы являются известным конструкционным материалом, способным выдерживать большие токовые нагрузки. Улучшение их физико-химических свойств, по-прежнему остается важнейшей задачей повышения сроков эксплуатации материалов на их основе. Решение данной задачи возможно путем изучения влияния малоизученных легирующих добавок на электрохимические свойства сплавов. Цель исследования заключается в установлении анодных характеристик процесса коррозии алюминиевого сплава АЖ2.18 с самарием. Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с, исследовано анодное поведение сплава АЖ2.18 с самарием, в среде электролита 0.03; 0.3 и 3.0%-ного NaCl. Показано, что добавки самария более 0.1 мас. % способствуют росту скорости коррозии исходного сплава, не зависимо от концентрации электролита NaCl. Хотя в литературе сообщается о положительном влиянии добавок РЗМ в пределах до 0.1 мас.% на коррозионную стойкость алюминиевых сплавов. Установлено, что с ростом концентрации хлорид-иона в электролите скорость коррозии сплавов увеличивается в 1.5 раза независимо от их химического состава. Полученные значения коррозионно - электрохимических характеристик сплавов позволяют рекомендовать их в качестве анодного материала для защиты от коррозии стальных изделий и сооружений.*

Ключевые слова: *алюминиевый сплав АЖ2.18, самарий, потенциостатический метод, коррозия, анодное поведение, потенциал питтингообразования, электролит NaCl.*

**ANODIC BEHAVIOR OF ALUMINUM - IRON ALLOY AL. 2.18 WITH SAMARIUM,
AMONG ELECTROLYTE NaCl**

Annotation. Aluminum alloys are structural materials that can withstand high current loads. Improving the physicochemical properties of aluminum alloys, remains the most important task of increasing the life of materials based on them. The solution to this problem is possible by studying the effect of poorly studied alloying additives on the electrochemical properties of alloys. The purpose of the study is to establish the anode characteristics of the corrosion process of the aluminum alloy АЖ2.18 with samarium, in order to optimize the composition of the alloys. By the potentiostatic method in the potentiodynamic mode at a potential sweep speed of 2 mV / s, the anodic behavior of the АЖ2.18 alloy with samarium was studied in an electrolyte medium of 0.03; 0.3 and 3.0% NaCl. It has been shown that samarium supplements are more than 0.1 wt. % contribute to an increase in the corrosion rate of the initial alloy, regardless of the concentration of NaCl electrolyte. Although the literature reports on the positive effect of REM additives up to 0.1 wt.% On the corrosion resistance of aluminum alloys. It was found that with an increase in the concentration of chloride ion in the electrolyte, the corrosion rate of alloys increases by 1.5 times, regardless of their chemical composition. The obtained values of the corrosion - electrochemical characteristics of the alloys allow us to recommend them as an anode material for corrosion protection of steel products and structures.

Keywords: aluminum alloy АЖ2.18, samarium, potentiostatic method, corrosion, anode behavior, pitting potential, NaCl electrolyte.

Введение. Изучение сплавов системы Al – Fe представляет большой практический интерес, поскольку открывает путь к использованию как вторичного алюминия, так и первичного металла с повышенным содержанием железа. В настоящее время низкосортный алюминий с повышенным содержанием железа не находит применения, за исключением для дегазации и раскисления стали.

Авторами [1] изучено влияние добавок железа к алюминию на дефференц - эффект, выражающийся в изменении скорости саморастворения при анодной поляризации. Исследования проведены в среде электролита 3%-ного NaCl, имитирующего морскую воду. Было показано, что чем выше содержание железа в алюминии, тем более положительными устанавливаются потенциалы. Коррозионный процесс определяется скоростью растворения из пассивного состояния. Показано, что с увеличением времени взаимодействия образца с раствором, скорость коррозии начинает зависеть от содержания железа в сплаве, увеличивается также предельный диффузионный ток по кислороду. Для чистого алюминия $i_{\text{дифф.}} = 0.006 - 0.010 \text{ А/м}^2$, а при содержании в сплаве 3% Fe $i_{\text{дифф.}} = 0.145 \text{ А/м}^2$, т. е. приближается к расчётному значению [1, 2].

Коэффициент полезного использования (КПИ) сплавов в качестве анода для сплавов с содержанием железа менее 1,5% достигает значения 75%. Таким образом, показана возможность разработки протекторных сплавов на основе вторичного алюминия при легировании третьим компонентом.

Цель исследований заключается в разработке сплавов на основе низкосортного алюминия с повышенным содержанием железа, с целью превратить данный металл в сплав, который отличался бы особыми свойствами и мог применяться в промышленности. Для достижения поставленной цели в качестве объекта исследования нами был выбран сплав эвтектического состава АЖ2.18. Последний подвергался легированию самарием в количествах от 0.1 до

2.5 мас.%. Выбор самария как легирующего компонента объясняется его модифицирующим действием на структуру алюминиевых сплавов [3-8].

Получение сплавов и методики исследования.

Синтез сплавов. Высокая химическая активность редкоземельных металлов, вводимых в алюминий при получении сплавов затрудняет их синтез, когда температуры плавления многих двойных и тройных сплавов значительно превышают температуры плавления чистых компонентов. Это делает невозможным получение сплавов в атмосфере воздуха и вызывает необходимость применения вакуумных печей, использование инертной атмосферы (гелий или аргон), приготовление обогащенной алюминием лигатур.

Сплавы для исследования получали из лигатуры алюминия с железом АЖ2.18 и промышленной лигатуры на основе алюминия, содержащей 2.5 мас. % самария металлического марки СмМ-1 (ТУ 48-4-207-72). Предварительно синтезировали лигатуру АЖ2.18 в шахтных лабораторных печах типа СШОЛ. Шихтовку сплавов проводили с учётом угара сплава АЖ2.18 и редкоземельных металлов в электрических шахтных печах. Дальнейшим исследованиям подвергали сплавы, вес которых отличался от веса шихты не более чем на 0.5мас.%.

Химический анализ сплавов проводился на микроанализаторе сканирующего электронного микроскопа SEM в Свободном университете Исламской Республики Иран (г. Маджлиси), а также в Центральной заводской лаборатории ГУП «ТалКо».

Из полученных сплавов отливали в графитовую изложницу стержни диаметром 8 мм и длиной 140 мм, нерабочая часть образцов изолировалась (смесь 50% канифоли и 50% парафина), рабочей поверхностью служил торец электрода. Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть шлифовали, полировали, обезжиривали, промывали спиртом и затем погружали в раствор электролита NaCl. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянной -20⁰С с помощью термостата МЛШ-8.

Электрохимические исследования алюминиевых сплавов проводили на потенциостате ПИ-50-1.1 с программатором ПР-8 потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с по методикам, описанным в работах [6-11]. В качестве примера на рисунке 1 представлена полная поляризационная кривая исходного сплава АЖ2.18 в среде электролита 3%-ного NaCl. На полученных поляризационных кривых определяли основные электрохимические характеристики сплавов: потенциал питтингообразования ($E_{п.о.}$), потенциал и ток коррозии ($E_{кор.}$ и $i_{кор.}$), потенциал репассивации ($E_{р.п.}$).

Результаты коррозионно - электрохимических исследований алюминиево - железного сплава эвтектического состава АЖ2.18, легированного самарием, в средах 0.03, 0.3 и 3.0% электролитов NaCl приведены в таблице и на рисунке 2. Электрохимические потенциалы ($E_{св.кор.}$, $E_{п.о.}$, $E_{р.п.}$) сплава АЖ2.18 в зависимости от содержания самария смещаются в сторону отрицательных значений по сравнению со сплавом – основой, наиболее заметно это проявляется на величине

потенциала питтингообразования (см. табл.). Основной показатель коррозионной устойчивости - скорость коррозии (K), который рассчитывался по формуле $K=i_{кор} \cdot k$, где $k=0.335$ г/А·ч для алюминия с учетом $b_k=0.12$ В [9-13].

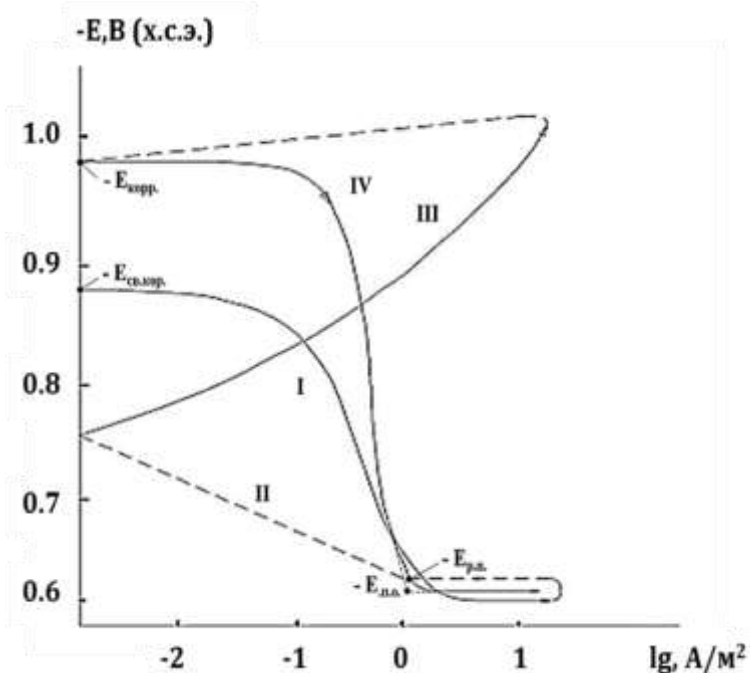


Рисунок 1 - Полная поляризационная кривая (2мВ/с) сплава АЖ2.18, в среде электролита 3.0%-ного NaCl.

Таблица - Коррозионно-электрохимические характеристики сплава АЖ2.18, модифицированного самарием, в среде электролита NaCl

среда NaCl, мас. %	содержание самария в сплаве, мас. %	электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				скорость коррозии $K \cdot 10^{-3}$, г/м ² ·ч
		-E _{св.корр.}	-E _{корр.}	-E _{п.о.}	-E _{р.п.}	
0.03	-	0.660	0.931	0.540	0.642	6.07
	0.01	0.645	0.960	0.505	0.640	7.37
	0.1	0.656	0.972	0.514	0.653	8.04
	0.5	0.666	0.983	0.525	0.667	8.71
0.3	-	0.690	0.940	0.573	0.679	8.71
	0.01	0.670	0.990	0.580	0.677	9.45
	0.1	0.682	1.001	0.591	0.687	9.71
	0.5	0.693	1.012	0.600	0.698	10.38
3.0	-	0.701	0.997	0.596	0.680	13.40
	0.01	0.700	1.002	0.605	0.690	13.73
	0.1	0.710	1.014	0.617	0.700	14.40
	0.5	0.720	1.026	0.630	0.711	15.07

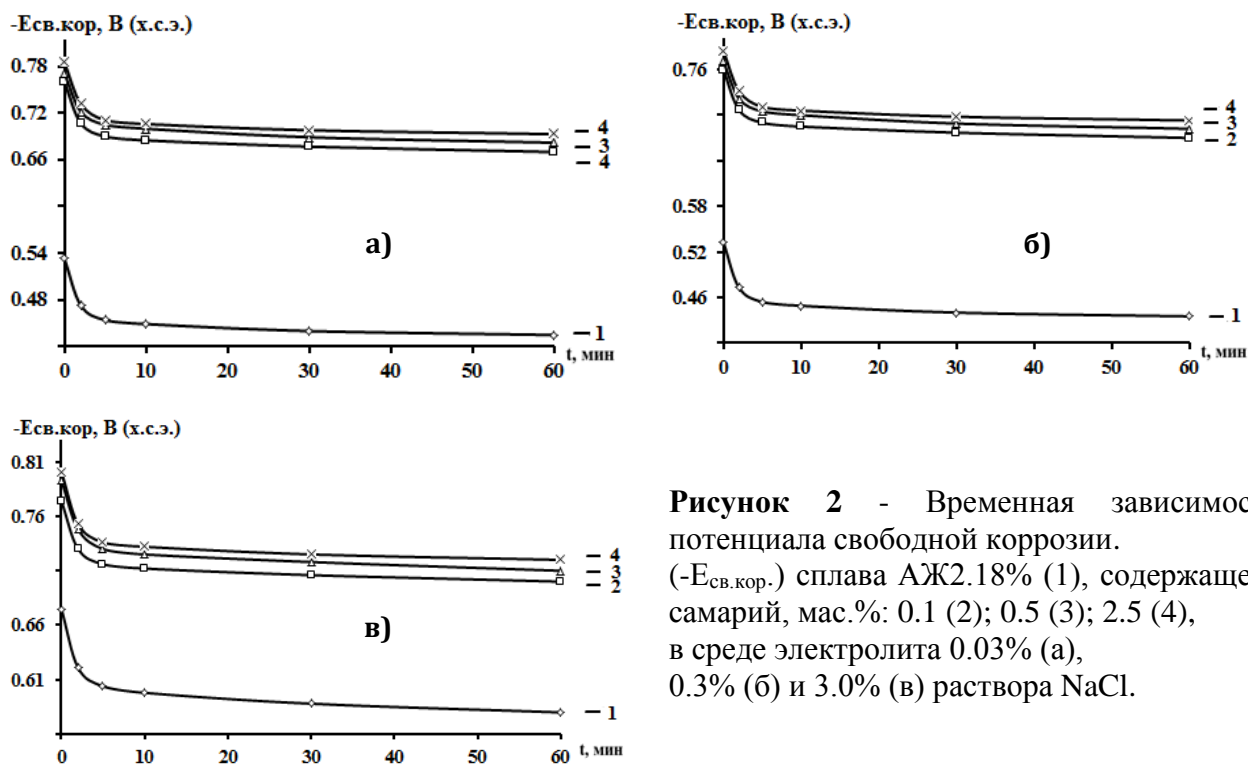


Рисунок 2 - Временная зависимость потенциала свободной коррозии. ($-E_{св.кор.}$) сплава АЖ2.18% (1), содержащего самарий, мас. %: 0.1 (2); 0.5 (3); 2.5 (4), в среде электролита 0.03% (а), 0.3% (б) и 3.0% (в) раствора NaCl.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что в первые минуты погружения сплава в раствор электролита NaCl происходит резкое смещение потенциала в положительную область (рис.2). При этом по мере увеличения концентрации хлорид – иона в электролите NaCl скорость коррозии сплавов увеличивается, не зависимо от содержания легирующего компонента - Sm, что сопровождается смещением в отрицательную область потенциалов коррозии, питингообразования и репассивации. У сплавов с самарием стабилизация потенциала коррозии наблюдается в течение 30-40 мин. Динамика изменения потенциала свободной коррозии в среде электролита NaCl разной концентрации идентична.

Таким образом, установлено влияние модифицирующей добавки самария на скорость коррозии и анодные характеристики сплава АЖ2.18 в среде хлористого натрия. Установленные закономерности могут быть использованы при разработке новых композиционных сплавов на основе низкосортного некондиционного алюминия для нужд технологии противокоррозионной защиты.

Результаты исследований показали, что добавка самария в пределах 0.1-2.5 мас. % практически не влияет на величину потенциала свободной коррозии исходного сплава во всех исследованных средах электролита NaCl. При большем содержании самария значение $i_{кор}$ остается постоянным. Соответственно и зависящая напрямую от тока коррозии скорость коррозии имеет минимальные значения. Об увеличении скорости анодной коррозии сплавов свидетельствует смещение анодных кривых сплавов с самарием в более отрицательную область потенциалов (рис.3).

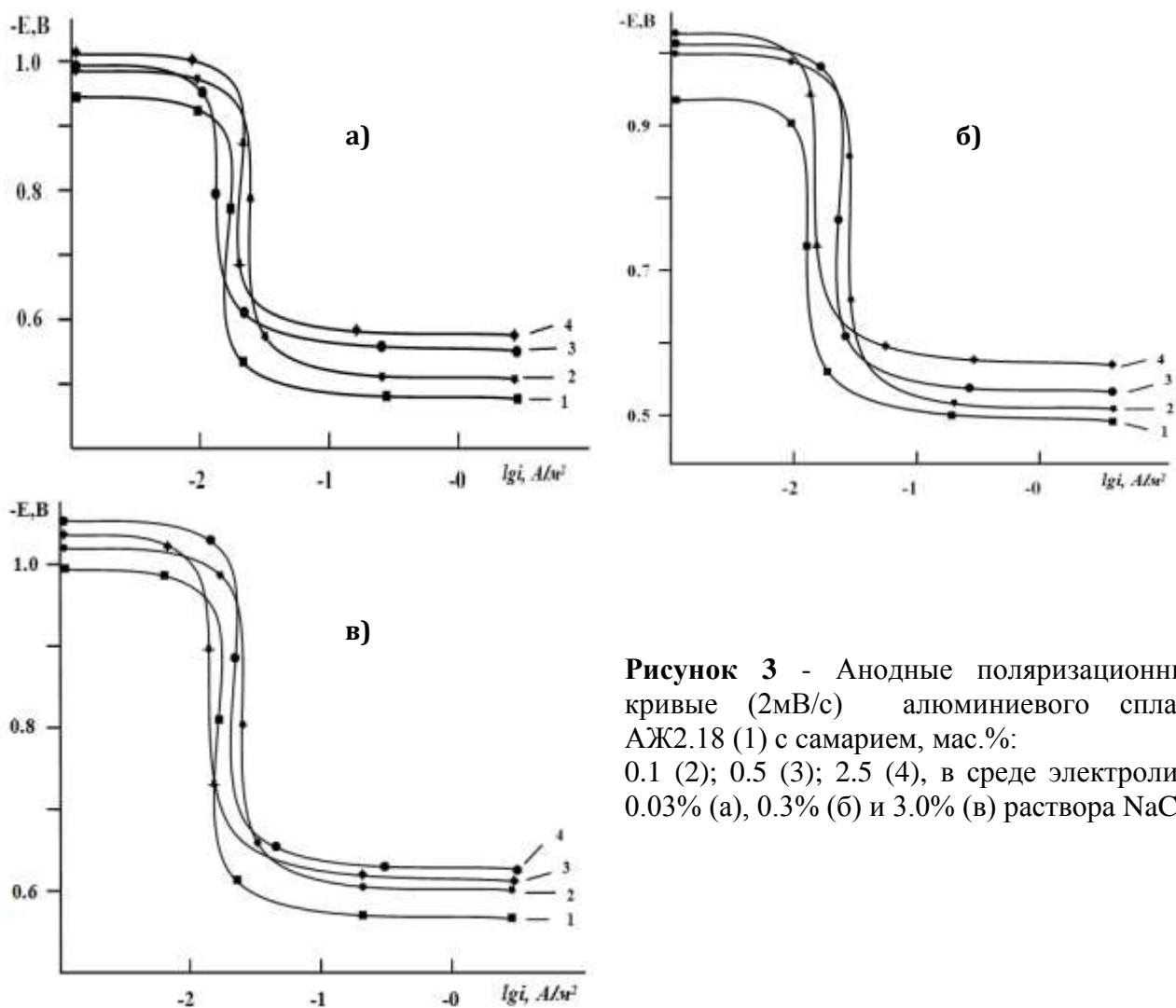


Рисунок 3 - Анодные поляризационные кривые (2мВ/с) алюминиевого сплава АЖ2.18 (1) с самарием, мас. %: 0.1 (2); 0.5 (3); 2.5 (4), в среде электролита 0.03% (а), 0.3% (б) и 3.0% (в) раствора NaCl.

По мере увеличения концентрации хлорид - иона в электролите NaCl скорость коррозии сплавов увеличивается независимо от содержания модифицирующего компонента, что сопровождается смещением потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации в отрицательную область.

Выводы. Потенциостатическим методом при скорости развёртки потенциала 2мВ/с исследовано анодное поведение алюминиево – железового сплава эвтектического состава АЖ2.18, модифицированного самарием в среде электролита NaCl различной концентрации: 0.03; 0.3 и 3.0%. Показано, что большие добавки самария способствуют росту скорости коррозии исходного сплава АЖ2.18 в рассматриваемых средах. Выявлены основные электрохимические параметры сплавов рассматриваемой системы от содержания самария в них и концентрации электролита NaCl. Показано, что с ростом концентрации хлорид-иона в электролите NaCl электрохимические потенциалы смешаются в область отрицательных значений.

Литература

1. Красноярский В.В., Сайдалиев Н.Р. Коррозионно - электрохимические свойства сплавов алюминия с железом в нейтральных растворах // Э. И.:

- Защита от коррозии и окружающей среды. М. 1991. Вып. 3. - С.14-19.
2. Menan F., Henaff G., Synergistic action of fatigue and corrosion during crack growth in the 2024 aluminium alloy // *Procedia Engineering*. Elsevier. 2010. Vol. 2. № 1, - p. 1441-1450.
 3. Белецкий В.М., Кривов Г.А., Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение). - Под ред. И.Н. Фридляндера. К.: КОМИТЕХ.2005. - 365с.
 4. Золоторевский В.С., Белов Н.А., *Металловедение литейных алюминиевых сплавов*. М.: МИСиС. 2005. - 376 с.
 5. Одинаев Ф.Р., Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Якубов У.Ш. Стационарные потенциалы и анодное поведение сплава АЖ4.5, легированного висмутом // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*. 2017. № 38 (64). С. 8-12.
 6. Ниёзов Х.Х., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э. Сплавы особоочистого алюминия с редкоземельными металлами. Монография –Душанбе: ООО «Сармад компания» -2017. – 146с.
 7. Джайлоев Д.Х., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Азизов Р.О., Анодное поведение сплава Al+2.18%Fe, легированного барием // *Доклады АН Республики Таджикистан*. 2012. Т. 55. № 9. С. 747-750.
 8. И.Н. Ганиев, Д.Х. Джайлоев, И.Т. Амонов, Н.Р. Эсанов, Влияние щелочноземельных металлов на анодное поведение сплава Al+2,18%Fe, в нейтральной среде // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2017. № 3 (21). С. 40-44.
 9. Умарова Т.М., Хакимов А.Х., Ганиев И.Н. Влияние церия на электрохимические и механические свойства алюминиево-железовых сплавов. // *ЖПХ*. -2008. -Т.81. -№1. -С. 71-74.
 10. Ганиев И.Н., Якубов У.Ш., Сангов М.М., Сафаров А.Г. Влияния кальция на температурную зависимость удельной теплоемкость и изменение термодинамических функции алюминиевого сплава АЖ5К10 // *Вестник Казанского технологического университета*. - 2018. -Т.21. -№8. -С. 11-15
 11. Ганиев И.Н., Рашидов А.Р., Ф.А. Алиев, Ё.Ч. Холов, А.П. Абдулаков. Электрохимическая коррозия проводникового алюминия, легированного медью, в среде электролита NaCl. // *Вестник Казанского технологического университета*. 2019. Т. 22. № 9. - С. 56-60.
 12. Ганиев И.Н., Аминбекова М. С., Эшов Б.Б., Якубов У.Ш., Муллоева Н.М.. Анодное поведение свинцового сплава ССу3 с кадмием, в среде электролита NaCl // *Вестник Казанского технологического университета*. - 2019. -Т.22. - №1. -С. 42-46
 13. Идиев И.Ш., Норова М.Т., Ганиев И.Н., Алихонова С.Дж.. Электрохимические потенциалы цинкового сплава ЦАМг4,5-2 с лантаном, в среде электролита NaCl // *Вестник Казанского технологического университета*. - 2019. -Т.22. - №4. -С. 64-67.

УДК 551 .326:551 .521(268)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЫЛЕВОГО ВТОРЖЕНИЯ 23 СЕНТЯБРЯ 2019г**Абдурасулова Н.А., Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А.***Физико-технический институт им. С.У.Умарова НАНТ (г. Душанбе, РТ)**nargisjon@inbox.ru*

Аннотация. В работе сообщается о результатах исследования температурного эффекта при пылевом вторжении 23 сентября 2019 года.

Ключевые слова: температурный эффект, оптическая толщина, пылевой аэрозоль, разность температур, потепление, похолодание.

RESEARCH DUST EXPLOSION ON SEPTEMBER 23, 2019

Annotation. The paper reports on the results of a study of the temperature effect during dust intrusion on September 23, 2019.

Keywords: temperature effect, optical thickness, dust aerosol, temperature difference, warming, cooling

Целью данной работы явилось изучение температурных эффектов в приземном слое атмосферы, вызванных пылевым вторжением в окрестностях г Душанбе 23 сентября 2019 года (рис.1-3).

Установлено, что ход температуры в день с запыленной атмосферы отличается от хода температуры в дни с относительно чистой атмосферой и до и после пылевого вторжения.

На рис.1а представлены вариации температуры в сентябре 2019 года, а на рис.1б приведен ход аэрозольной оптической толщины (АОТ). При пылевом вторжении АОТ достигала значения 1.63, наблюдалось дневное похолодание 23 сентября и ночное потепление (рис.2) с амплитудами -7 С и +3С, соответственно.

Более детально ход температурных параметров приведен на рис.3. Методом огибающих прямых можно оценить степени похолодания и потепления в сентябре месяце. Прямая над среднечасовыми значениями температуры указывает ход дневной температуры при отсутствии аэрозоля. Прямая под среднечасовыми ночными температурами указывает ход ночной температуры воздуха при отсутствии аэрозоля.

Отклонение реальной температуры от аппроксимирующей прямой позволяет определить величины ночного потепления и дневного похолодания. Расчет показывает, что в сентябре за счет пылевых вторжений произошло общее понижение месячных температур воздуха на 0.52°С.

Другой способ оценки температурного эффекта аэрозоля предоставляет измерение аэрозольного поглощения света в атмосфере. При возрастании аэрозольного поглощения до оптических толщин 0.8, пока прибор может зарегистрировать в оптическом диапазоне поступление солнечных лучей через

запыленную атмосферу, в приземном слое воздуха происходит рост среднедневной температуры.

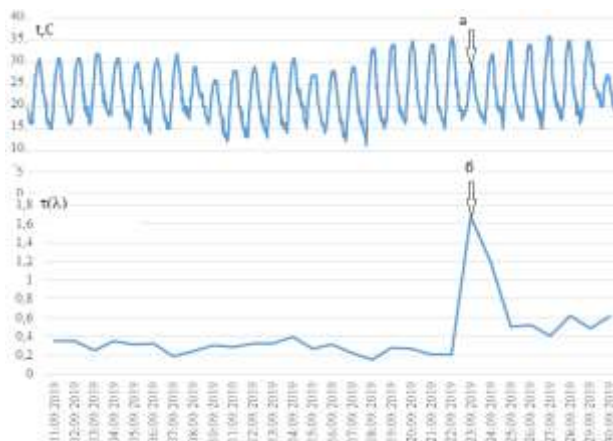


Рисунок 1 - Вариации температуры приземного слоя воздуха и аэрозольной оптической толщины в г. Душанбе в период сентябрь 2019г.

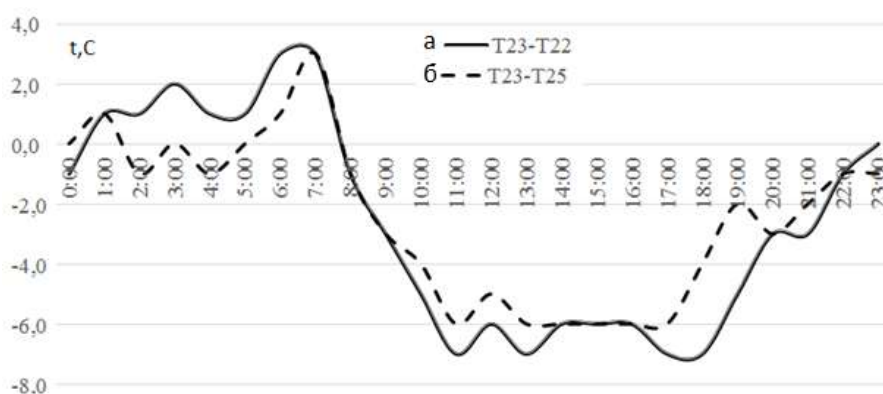


Рисунок 2 - Сравнение амплитуды температуры чистого дня до пылевой мглы (а) и после пылевой мглы (б).

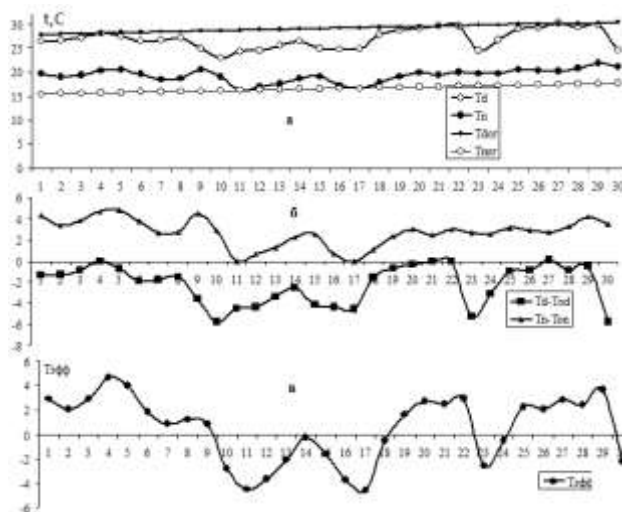


Рисунок 3- Расчет температурного эффекта за сентябрь 2019 года

Это происходит за счёт многократного перерасеяния света частицами, снижения альбедо нижнего слоя атмосферы и теплового излучения нагретых частиц аэрозоля. Более мощный аэрозольный слой и его более высокое альбедо не позволяет свету дойти до поверхности Земли. При оптической толщине выше критического значения начинается похолодание воздуха, и наблюдается спад температуры воздуха в приземном слое (рис.4).

В запыленной атмосфере, в зависимости от близости АОТ к критическому значению, может наблюдаться и потепление, и похолодание воздуха. При переходе от фоновых значений АОТ до критического значения и выше, потепление воздуха сменяется его похолоданием. Сравнение амплитудных значений температуры чистого дня с загрязненным днём даёт возможность оценить величину потепления и похолодания.

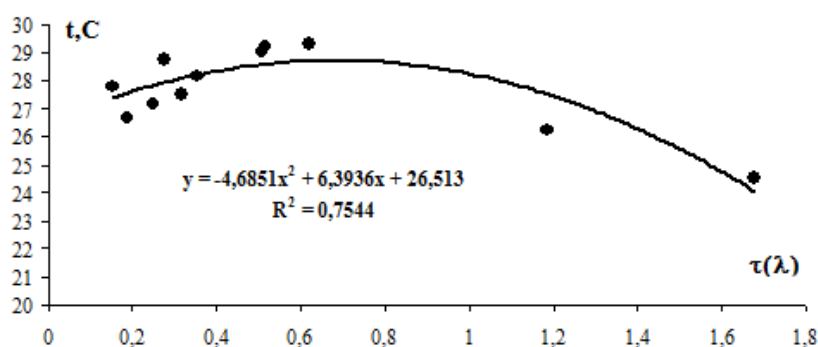


Рисунок 4- Объяснения к процессу потепления и похолодания в приземном слое атмосферы

Вывод. Таким образом, установлено, что пылевое вторжение 23 сентября 2019 года образовано воздушными потоками, прошедшими высоко над пустынными районами Афганистана, а затем совершившими большой путь прямо над нагретой почвой аридных районов северного Афганистана и южного Таджикистана. Величина дневного похолодания достигала 7°C, а ночного потепления – 3°C.

УДК 539.3, 624.131.4

ПРИМЕНЕНИЕ АСИМПТОТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОСРЕДНЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

**Артамонова Н.Б., Шешенин С.В., Фролова Ю.В., Новиков П.В.,
Орлов Е.А., Кузнецов Р.А.**

МГУ имени М.В. Ломоносова (г.Москва, РФ)

artamonovanb@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается асимптотическое осреднение статических уравнений равновесия неоднородной упругой флюидонасыщенной пористой среды. Метод осреднения используется для определения эффективных модулей упругости, тензора передачи порового давления на скелет породы (параметра Био) и тензора относительного расширения грунта при замерзании жидкости в порах. Расчеты по методу осреднения проводились для скальных пород с использованием конечно-элементной реализации. Для

расчетов использовались двух- и трехмерные модели реальной структуры грунтов. Исследована зависимость определяемых параметров от минерального состава пород, пористости, формы и ориентации пор. Сравнение упругих модулей пород, полученных экспериментальным и вычислительным способами, показало хорошее совпадение.

Ключевые слова: пористая порода, асимптотический метод осреднения, параметр Био, эффективные модули упругости, тензор расширения при замерзании.

APPLICATION OF THE ASYMPTOTIC HOMOGENIZATION METHOD FOR EVALUATING EFFECTIVE ROCK PROPERTIES

Annotation. In this paper, the asymptotic homogenization of static equilibrium equation of heterogeneous elastic fluid-saturated porous medium is considered. The homogenization method is used to evaluate the effective elastic moduli, the pore pressure transfer tensor (Biot's parameter), and the tensor of relative expansion of the porous medium during freezing. Calculations by the averaging method were carried out for solid rocks using finite element implementation. For calculations, two- and three-dimensional models of the real rock structure were used. The effect of mineral composition, porosity, pore shape, and pore orientation on the determined properties was investigated. A comparison of experimental and calculated elastic moduli of solid rocks showed their good agreement.

Keywords: porous rock, asymptotic homogenization method, Biot's parameter, effective elastic moduli, expansion tensor during freezing.

Введение. Асимптотический метод осреднения был разработан Н.С. Бахваловым [1], позже Б.Е. Победря [2] стал применять его для вычисления эффективных упругих свойств композитов. В данной работе предлагается развитие этого метода для вычисления еще двух эффективных характеристик – тензорного параметра Био и тензора относительного расширения грунта при замерзании. Определение этих свойств является важным аспектом при изучении напряженно-деформированного состояния (НДС) массивов горных пород, поэтому представляет актуальную задачу инженерной геологии. Указанные параметры сложно определять экспериментально, а применение методики осреднения дает математически строгий способ их вычисления. Для расчетов использовались двухмерные модели, полученные в результате оцифровки фотографий шлифов породы, и трехмерные модели, созданные на основе томографических изображений.

Вычисление эффективных модулей упругости и тензорного параметра Био. Тензор передачи порового давления (параметр Био) α входит в формулу расчета эффективных напряжений [3]:

$$\langle \sigma_{ij}^{\Pi} \rangle = \sigma_{ij}^{\text{eff}} - \alpha_{ij} \langle p \rangle, \quad \sigma_{ij}^{\text{eff}} = C_{ijpq}^{\text{eff}} \langle \varepsilon_{pq} \rangle.$$

Здесь $\langle \sigma_{ij}^{\Pi} \rangle$ – осредненные полные напряжения, σ_{ij}^{eff} – осредненные эффективные напряжения в твердой фазе грунта, передающиеся по контактам между зернами породы, $\langle p \rangle$ – осредненное давление жидкости, C_{ijpq}^{eff} – эффективные модули упругости, $\langle \varepsilon_{pq} \rangle$ – осредненные деформации.

Определение эффективных модулей упругости и тензорного параметра Био базируется на осреднении уравнения равновесия неоднородной упругой пористой среды:

$$[C_{ijkl}u_{k,l}]_{,j} + f_i = 0, \quad (1)$$

C_{ijkl} – упругие модули, u_k – перемещения, f_i – массовая сила.

Стандартным способом вводятся быстрые координаты ξ_i : $\xi_i = x_i/\varepsilon$, $\varepsilon = l/L \ll 1$, где x_i – медленные координаты, l – характерный размер представительной области (RVE), L – характерный глобальный размер всей пористой среды. Решение (1) представляется в виде асимптотического ряда:

$$u_k(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}) = v_k(\mathbf{x}) + \varepsilon N_{kpq}(\boldsymbol{\xi})v_{p,q}(\mathbf{x}) + \varepsilon M_k(\boldsymbol{\xi})p(\mathbf{x}) + \dots,$$

где $N_{kpq_1\dots q_m}(\boldsymbol{\xi})$, $M_{kq_1\dots q_m}(\boldsymbol{\xi})$ – локальные функции быстрых координат, $v_k(\mathbf{x})$ – «медленные» компоненты вектора перемещения.

После подстановки выражения для u_k в уравнение равновесия (1) и последующего осреднения получаем локальные задачи в RVE для определения упругих модулей (2) и тензора Био (3) [4]:

$$\begin{aligned} (C_{ijkl}(\boldsymbol{\xi})u_{k,l})_{,j} &= 0, \quad \boldsymbol{\xi} \in V_{\text{RVE}}, \\ u_k &= \frac{1}{2}\varepsilon(\varepsilon_{pk}^0\xi_p + \varepsilon_{kq}^0\xi_q), \quad \boldsymbol{\xi} \in \Sigma_{\text{RVE}}. \end{aligned} \quad (2)$$

и

$$\begin{aligned} \sigma_{ij,j} &= [C_{ijkl}(\boldsymbol{\xi})u_{k,l}]_{,j} = 0, \quad \boldsymbol{\xi} \in V_{\text{RVE}}, \\ C_{ijkl}(\boldsymbol{\xi})u_{k,l}n_j &= -pn_i(\boldsymbol{\xi}), \quad \boldsymbol{\xi} \in \Sigma_{\text{int}}, \\ u_n &= u_k n_k = 0, \quad \boldsymbol{\xi} \in \Sigma_{\text{RVE}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Среднее напряжение представляется в виде:

$$\langle \sigma_{ij}^{\text{II}} \rangle = \sigma_{ij}^{\text{eff}} + \alpha_{ij}\langle p \rangle, \quad \sigma_{ij}^{\text{eff}} = C_{ijpq}^{\text{eff}}\langle \varepsilon_{pq} \rangle. \quad (4)$$

Решая задачу (2) и вычисляя $\langle \sigma_{ij} \rangle$, получим C_{ijpq}^{eff} из (4), поскольку при нулевом паровом давлении $\sigma_{ij}^{\text{eff}} = \langle \sigma_{ij} \rangle$ и $\langle \varepsilon_{pq} \rangle = \varepsilon_{ij}^0$. А решая задачу (3) и вычисляя $\langle \sigma_{ij} \rangle$, получим тензор $\boldsymbol{\alpha}$ из соотношения $\langle \sigma_{ij} \rangle = \alpha_{ij}\langle p \rangle$.

В качестве примера рассмотрим результаты расчёта эффективных свойств гиалокластитов. Табл. 1 демонстрирует влияние формы пор на модуль Юнга (E^{eff}), коэффициент Пуассона (ν^{eff}) и параметр Био (α_{ij}) гиалокластита с однородной матрицей, состоящей из вулканического стекла. При одной и той же пористости (n) у образцов с круглыми порами модуль Юнга выше, а параметр Био ниже, чем с угловатыми порами. Табл. 2 показывает влияние минерального состава на упругие свойства неоднородных образцов гиалокластита, у которых отсутствуют крупные видимые поры.

Таблица 1 - Результаты расчёта эффективных свойств гиалокластитов

№ обр.	n , %	E^{eff} , ГПа	ν^{eff}	$\alpha_{11} = \alpha_{22}$	Форма пор
17-8	29	9.0	0.28	0.67	круглые
15-4	29	6.6	0.29	0.75	угловатые

Таблица 2- Влияние минерального состава на упругие свойства неоднородных образцов гиалокластита

№ обр.	E^{eff} , ГПа	ν^{eff}	Смек- тит, %	Хло- рит, %	Каль- цит, %	Пре- нит, %	Клино- цоизит, %	Плаги- оклаз, %
19-2-1	18.7	0.31	59.6	20.7	0	2.2	17.4	0.1
19-2-2	26.0	0.30	27.0	39.7	8.5	24.8	0	0
19-2-3	19.3	0.31	42.9	45.3	9.3	0	0	2.5

Вычисление эффективного тензора относительного расширения пористой среды при замерзании. При замерзании воды в порах часто требуется определять величину морозного пучения грунта. Обычно коэффициент расширения грунта при замерзании принимается равным величине коэффициента расширения воды при переходе в лед (γ), однако практика показывает, что такое определение этого параметра не является вполне корректным. В работе этот параметр вычисляется с помощью метода осреднения [5]. При этом предполагается исключительно механическое взаимодействие воды со скелетом грунта.

Рассмотрим обобщение закона термоупругости на случай фазового перехода поровой жидкости:

$$\sigma_{ij}(\mathbf{x}, \xi) = C_{ijkl}(\xi)[\varepsilon_{kl}(\mathbf{x}, \xi) - \alpha_{kl}(\xi)T(\mathbf{x}) - \chi_{kl}(\xi)H(\mathbf{x})].$$

Здесь C_{ijkl} – модули упругости; α_{kl} – тензор теплового расширения; T – изменение температуры; $\chi_{kl} = \chi(\xi)\delta_{kl}$, χ – коэффициент относительного расширения жидкости при замерзании, $\chi = \chi_{ice}$ в области поры V_p , $\chi = 0$ в области скелета грунта V_s ; $\gamma_{ij} = C_{ijkl}\chi_{kl}$, γ_{ij} – тензор расширения водонасыщенной пористой среды при замерзании; $H = 0$, где замерзание не произошло, и $H = 1$, где жидкость замерзла.

Перемещения представимы в виде асимптотического разложения:

$$u_k(\mathbf{x}, \xi) = v_k(\mathbf{x}) + \varepsilon N_{kpq}(\xi)v_{p,q}(\mathbf{x}) + \varepsilon M_k(\xi)T(\mathbf{x}) + \varepsilon L_k(\xi)H(\mathbf{x}) + \dots,$$

где N_{kpq} , M_k и L_k – локальные функции быстрых координат. Подстановка выражения для u_k в уравнение равновесия приводит к трем локальным задачам для определения функций N_{kpq} , M_k и L_k . Мы будем рассматривать именно третью локальную задачу, вычисляющую тензор расширения водонасыщенной пористой среды при замерзании.

Учтем, что при замерзании между льдом и границей скелета остается тонкий слой воды. В этом слое действует гидростатическое давление p , которое препятствует расширению льда и способствует сжатию материала скелета. Для определения p будем использовать неизменность объема V_{RVE} .

Для связных грунтов (в случае закрытых, не сообщающихся пор) давление жидкости в тонком слое между льдом и скелетом определяется по формуле:

$$p = \frac{n_f \gamma k_s}{n_s K_{ice} + n_f k_s}, \quad n_f = 1 - n_s, \quad \gamma = K_{ice} \theta_{ice}^{full},$$

где γ – коэффициент расширения воды при переходе в лед, K_{ice} – коэффициент объемного изотермического расширения льда, $\theta_{ice}^{full} = 0.09$, n_s и n_f – объемные доли скелета и жидкости в RVE. В силу линейности для определения неизвестного коэффициента k_s нужно численно решить локальную задачу о действии на границе поры любого заданного давления p^* : $k_s = p^*/\theta_s^*$. Зная p , можно вычислить напряжения σ_{ij}^s в скелете, используя конечно-элементное решение, и в области льда по формуле: $\sigma_{ij}^{ice} = -p\delta_{ij}$. Тогда осредненное напряжение, возникшее в результате замерзания, будет:

$$\langle \sigma_{ij} \rangle = -\frac{1}{V_{RVE}} \int_{V_s} \sigma_{ij}^s dV - n_f p \delta_{ij}.$$

Отсюда получаем эффективный тензор расширения водонасыщенной пористой среды при замерзании:

$$\gamma_{ij}^{eff} = \langle -\sigma_{ij} \rangle.$$

Для несвязных грунтов с открытыми порами (например, песка) $k_s = K_s$, где K_s – коэффициент объемного сжатия материала скелета. В таком случае численное решение не требуется, и коэффициент относительного расширения пористой среды находится в виде формулы:

$$\gamma_{ij}^{eff} = \langle -\sigma_{ij} \rangle = \frac{n_f \gamma K_s}{n_s K_{ice} + n_f K_s} \delta_{ij}, \quad \langle \sigma_{ij} \rangle = \sigma_{ij} = -p \delta_{ij}.$$

Расчёты эффективного тензора расширения вулканического туфа при замерзании воды в порах показали, что $\gamma_{11}^{eff} = 0.34\gamma$, а $\gamma_{22}^{eff} = 0.29\gamma$, что доказывает необходимость при исследовании НДС массива пород определять истинные значения коэффициентов расширения пород при замерзании, а не принимать их равными коэффициенту (γ) расширения воды при переходе в лед.

Заключение. В работе представлено практическое приложение асимптотического метода осреднения для решения актуальной задачи инженерной геологии – задачи определения эффективных свойств горных пород. Предложенный вычислительный метод позволяет определять тензорный параметр Био и тензор расширения при замерзании для случая общей анизотропии скального грунта неоднородного состава. Он также дает возможность изучать влияние структуры порового пространства на напряжения и деформации на микроуровне, что не позволяет делать экспериментальные методы. Совпадение экспериментальных и расчетных результатов доказывает возможность использования метода осреднения для экспресс-оценки эффективных свойств скальных грунтов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-01-00431_а. В работе использовался рентгеновский компьютерный микротомограф Yamato TDM-1000H-II (Япония), полученный в рамках реализации Программы развития МГУ имени М.В. Ломоносова.

Литература

1. Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, - 1984. - 352 с.
2. Победря Б.Е. Механика композиционных материалов. М.: Изд-во МГУ, -1984. - 336 с.
3. Gueguen Y., Bouteca M. Mechanics of fluid-saturated rocks. Elsevier Acad. Press. - 2004. - 450 p.
4. Artamonova N.B., Mukatova A.Zh, Sheshenin S.V. Asymptotic analysis of the equilibrium equation of a fluid-saturated porous medium by the homogenization method // Mech. Solids. 2017. - Vol. 52. No. 2.- P. 212–223.
5. Sheshenin S.V., Lazarev B.P., Artamonova N.B. Application of the asymptotic homogenization method to find the expansion coefficient of a water-saturated porous medium during freezing processes // Moscow Univ. Mech. Bull. - 2016. Vol. 71. - No. 6. - P. 127–131.

УДК 550.832

ПЕРЕРАБОТКА ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ, КАК ВАРИАНТ ДОЗАГРУЗКИ КАРАГАЙЛИНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ТОО «КОРПОРАЦИЯ КАЗАХМЫС»

Бабасов А.Г.¹, Кан А.Н.¹, Ефименко С.А.¹, Блялова Г.Г.²
*ТОО «Корпорация Казахмыс»¹, (г. Караганда, Казахстан),
Карагандинский государственный технический университет²
(г. Караганда, Казахстан)
Serg_yef@mail.ru; gulim_blyalova@mail.ru*

Аннотация. *Статья посвящена решению важной для ТОО «Корпорация Казахмыс» проблемы: загрузки мощностей Карагайлинской обогатительной фабрики, освобождающихся по мере завершения отработки месторождений Акбастау и Космурун карьерами. Анализы проб отвальных хвостов, выполненные на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном анализаторе RLP-21T указывают на то, что большинство элементов присутствуют в хвостохранилищах в концентрациях, соизмеримых с содержанием их в рудах, то есть их вторичная переработка хвостов экономически оправдана. Предложены два возможных варианта оборудования для извлечения отвальных хвостов: землесосный снаряд и понтонная установка. Методические основы и результаты проведенных исследований могут быть использованы при формировании аналогичных проектов с учетом конкретных условий размещения техногенных отходов, технологий выемки и переработки.*

Ключевые слова: *Карагайлинская обогатительная фабрика, хвостохранилище, вторичная переработка лежалых хвостов, варианты оборудования для извлечения отвальных хвостов: землесосный снаряд и понтонная установка.*

RECYCLING OF DEAD TAILS, AS AN OPTION PRE-LOADING OF THE KARAGANDA PROCESSING PLANT "KAZAKHMYSS CORPORATION" LLC»

Annotation. This article is devoted to the solution of a very important problem for Kazakhmys Corporation LLP: loading of capacities of the Karaganda processing plant, which are released as the Akbastau and Kosmurun fields are completed by the quarries. Analyses of tailings samples performed on an energy-dispersive x-ray fluorescence analyzer RLP-21T indicate that most of the elements are present in tailings in concentrations comparable to their content in ores, that is, their recycling of tailings is economically justified. Two possible variants of equipment for the extraction of dump tails are proposed: a dredger shell and a pontoon installation. The methodological basis and results of the research can be used in the formation of similar projects, taking into account the specific conditions for the placement of man-made waste, technologies of extraction and processing. **Keywords:** Karaganda processing plant, tailings dam, recycling of dead tailings, equipment options for extracting dump tailings: dredger and pontoon installation.

ТОО «Корпорация Казахмыс», – крупнейший производитель катодной меди в Казахстане, – включает 4 следующие крупные структурные подразделения: ПО «Жезказганцветмет» (медные месторождения Жезказган, Жаман–Айбат, Жиландинская группа медных месторождений), ПО «Балхашцветмет» (медные месторождения Коунрад, Шатырколь, Саякская группа медных месторождений); ПО «Карагандацветмет» (медные месторождения Абыз, Акбастау, Кусмурун, Нурказган. Переработка руды производится на Жезказганских ОФ №1 и №2 (ЖОФ–1) и (ЖОФ–2), Балхашской ОФ (БОФ), Карагайлинской ОФ (КОФ) и Нурказганской ОФ (НОФ).

Предметом наших исследований служит КОФ, которая испытывает временные проблемы с загрузкой мощностей. Отработка месторождений Акбастау и Космурун карьерами практически завершена. Для развертывания подземной добычи требуется время. Других поставщиков медной руды в этом районе нет. Загрузка мощностей КОФ – одна из наиболее важных проблем для ТОО «Корпорация Казахмыс».

Одним из вариантов решения проблемы является вовлечение в переработку на КОФ отвальных хвостов, которые аккумулировались в карьере «Главный» (3,8 км от КОФ), бывшего Карагайлинского горно–обогатительного комбината.

Представление о возможном элементном и химическом составах отвальных хвостов КС можно составить, ознакомившись с кратким геологическим описанием месторождений Космурун, Акбастау и Абыз.

Стратиформное колчеданно – медно – свинцово – цинковое месторождение Космурун включает пять рудных тел линзо– и пластообразной формы. Руды в основной массе колчеданно – медно – цинковые. Отношение свинца, цинка и меди в сплошных рудах 1:4:7. Среднее содержание свинца в рудах – 0,25%, меди – 3,30%, цинка – 0,97%, золота – 1,1 г/т, серебра – 20,0 г/т, кадмия – 96,8 г/т, селена – 92,5 г/т, теллура – 42,3 г/т, серы – 26,8%.

Стратиформное колчеданно – медно – свинцово – цинковое месторождение Акбастау содержит 4 линзообразные рудные залежи, включающие 14 рудных тел. Руды колчеданно – медно – цинковые. Отношение меди, цинка и свинца составляет 29:15:1. Среднее содержание в рудах меди – 1,76%, цинка – 0,99%, свинца – 0,12%, золота – 0,56 г/т, серебра – 14,8 г/т, кадмия – 12,0 г/т, селена – 17,0 г/т, серы – 12,0%, теллура – 6,0 г/т.

Месторождение Абыз относится к золото – колчеданно – медно – свинцово – цинковому подтипу колчеданных месторождений. Выявлено две залежи – Восточная и Западная, включающих 6 линзовидных и линзовидно–пластовых рудных тел с крутым ($45\div 80^0$) западным падением. Среднее содержание свинца в рудах 0,38% (размах – $0,02\div 2,0\%$), цинка – 3,57% ($0,05\div 38,0\%$), меди – 1,60% ($0,02\div 15,0\%$), золота – 4,7 г/т ($0\div 150$ г/т), серебра – 42,0 г/т ($3\div 980$ г/т), серы – 23,25% ($3\div 50\%$), селена – 22,9 г/т ($0,5\div 150$ г/т), теллура – 48,8 г/т ($22\div 300$ г/т), кадмия – 120 г/т ($10\div 1200$ г/т), индия – 15 г/т ($0,5\div 390$ г/т), ртути – 6,0 г/т ($0,3\div 70$ г/т). Коэффициенты вариации меди – 100%, свинца – 220 %, цинка – 130%, золота – 150%, серебра – 90%.

Более детальную информацию об элементном и химическом составе отвальных хвостов, которые сбрасывались в хвостохранилище, дают результаты рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) проб хвостов за 2011 год, выполненные на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном (EDXRF) лабораторном спектрометре РЛП–21Т (ТОО «Аспап Гео», Алматы, Казахстан), приведенные в таблице 1. Модель EDXRF лабораторного спектрометра РЛП–21Т в 2011 году позволяла одновременно определять содержание 31 элемента (Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Mo, Fe, Se, As, Ba, W, Bi, Ti, Cr, Mn, V, Ni, Al, Si, S, Ca, Ga, Br, Sr, Zr, Rb, Y, Nb, Pd, U, Th), причем легкие элементы (S, Si, Al) определялись без использования вакуума или инертного газа и за одно измерение с остальными элементами.

Таблица 1 - Результаты РФА проб хвостов КОФ на спектрометре РЛП–21Т

№	Содержание, % (*– ppm)											
	Cu	Pb	Zn	Ag*	Cd*	Fe	S	Si	Mo*	Se*	Ca	Al
Переработка руды рудника Абыз												
1	0,32	0,10	0,51	17,9	12,8	16,36	21,09	17,26	11	11,1	1,67	8,54
2	0,21	0,083	0,78	13,4	23,7	10,93	13,50	19,56	8	5,7	1,93	10,00
3	0,48	0,11	1,18	23,3	34,5	17,49	22,28	16,59	11	12,8	1,76	8,62
4	0,61	0,14	1,79	29,5	43,8	20,04	26,12	14,20	12	15,9	1,37	6,41
Переработка руды рудников Космурын и Акбастау												
1	1,48	0,25	2,01	53,7	57,8	23,49	27,84	8,45	26	20	11,32	4,98
2	1,36	0,24	1,63	48,1	42,6	30,42	39,19	9,45	18	21,2	4,23	5,48
3	1,77	0,24	1,91	54,9	47,9	30,38	35,12	6,63	20	24	4,18	3,86

4	1,33	0,22	0,97	47,0	26,0	30,82	35,36	7,72	18	20,1	4,30	4,31
---	------	------	------	------	------	-------	-------	------	----	------	------	------

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о следующем:

- содержание меди в хвостах переработки как руд месторождения Абыз, так и руд месторождений Космурун и Акбастау, указывает на то, что большинство элементов присутствуют в хвосторанилищах в концентрациях, соизмеримых с содержанием их в рудах, то есть вторичная переработка хвостов экономически оправдана;

- хвосты содержат сложный экологический спектр элементов, включая такие элементы– токсиканты, как: супертоксичный (Cd), токсичные элементы 1 класса (Pb, Se, Te, As) и 2 и 3 классов опасности (Cu, Zn, S, Ba);

- материал хвостохранилищ представлен преимущественно мелкими и тонкими гранулометрическими фракциями, что и определяет их повышенную миграционную способность;

- химические элементы в хвостохранилищах присутствуют в геохимически подвижной форме, следовательно, отходы КС представляют наибольшую экологическую опасность, поэтому их переработка на КС будет способствовать снижению экологического давления хвостохранилища на окружающую экосистему.

Помимо вышесказанного, из кратких геологических описаний месторождений Космурун, Акбастау и Абыз следует, что по крайней мере в рудах месторождения Абуз содержится токсичный элемент 1 класса Hg.

Для изучения возможности практического решения задачи переработки отвальных хвостов на КОФ были проведены исследования: по подбору оптимальной технологии извлечения отвальных хвостов из карьера «Главный»; выбору способа транспортировки пульпы до отделения обезвоживания КОФ.

Выбранным вариантам извлечения отвальных хвостов была дана технико–экономическая оценка.

В мировой практике преобладает разработка отвальных хвостов из хвостохранилищ для дальнейшей переработки на обогатительных фабриках с помощью карьерного оборудования: экскаваторов, скреперных установок, бульдозеров и автосамосвалов. Из–за обводненности карьера «Главный», эти способы не применимы. В качестве альтернативного решения были предложены два возможных варианта оборудования для извлечения отвальных хвостов: землесосный снаряд и понтонная установка. При этом технологическая схема извлечения хвостов из карьера «Главный» является общей для обоих предложенных вариантов и показана на рисунке 1.

Рассмотрим оба варианта технологической схемы извлечения отвальных хвостов.

Вариант «Землесосный снаряд». Землесосный снаряд, или земснаряд – это судно, предназначенное для подводной разработки грунтов методом гидромеханизации. Процесс работы землесосного снаряда состоит в отделении грунта от массива забоя, превращения грунта в пульпу (взвесь грунта с водой) и

перекачивании пульпы к месту укладки. Схема землесосного снаряда показана на рисунке 2А. По грунтозаборному устройству 1 и трубопроводу 2 пульпа поступает в грунтовый насос 3, который подает ее в напорный трубопровод 4. Глубина всасывания современных землесосных установок изменяется от 2–3 до 40–50 м, а производительность – от 80 до 3000 м³/ч. Современные землесосные снаряды имеют специальные гидравлические, механические и комбинированные устройства для разрыхления грунта

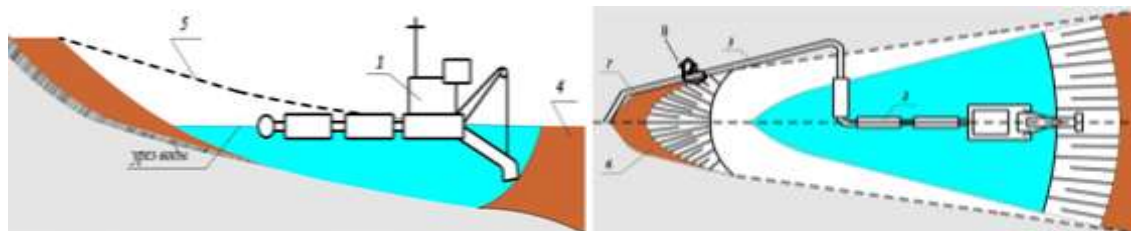


Рисунок 1 - Технологическая схема отбора и транспортировки хвостов: 1 – земснаряд (понтонная установка); 2 – плавучий пульпопровод; 3 – пульпопровод; 4,6 – борта карьера; 5 – трос (канат); 7 – магистральный пульпопровод; 8 – бортовая мобильная насосная установка

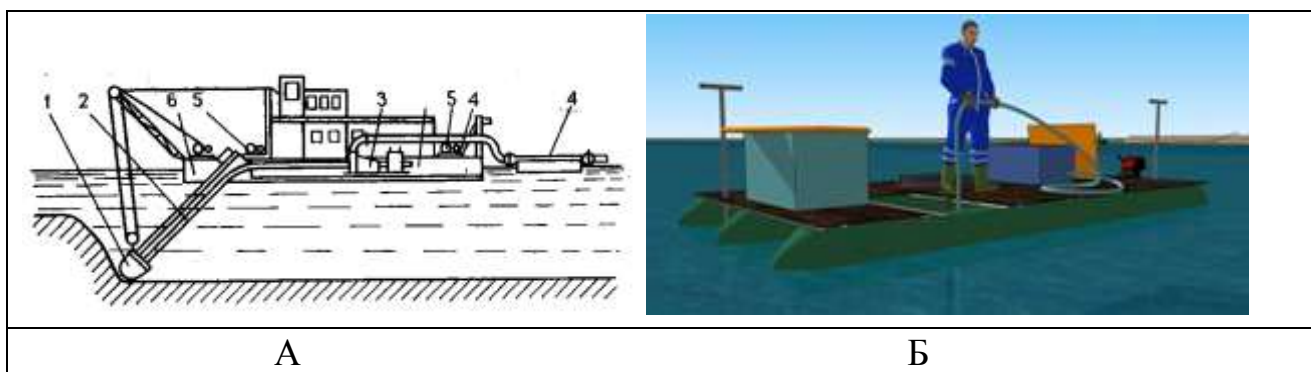


Рисунок 2 - Схемы землесосного снаряда (А) и понтонной установки (Б)

Вариант «Понтонная установка». Для выработки хвостов из хвостохранилища так же применяется понтон размерами 7000х6000мм и весом 11500кг, который будет перемещаться вдоль каната или троса. Трос (канат) натягивается лебедкой между противоположными бортами карьера. Внешний вид понтонной установки показан на рисунке 2Б.

Для забора хвостов из ложа карьера применяется насос ГрТ–1250/71, который устанавливается на понтоне. Из металлических труб изготавливается грунтозаборное устройство, присоединенное по фланцевому соединению к всасывающему патрубку грунтового насоса. Для разрыхления хвостов со дна карьера применяется насос ГрТ–400/40 с форсунками для гидроразмыва. Площадь разработки хвостовых отложений за один заход зависит от длины грунтозаборного устройства (трубопровода), а ограничивается мощностью насоса. В связи с этим, простои при переустановке понтона, техническое снаряжение и коммуникации увеличиваются.

В зависимости от рельефа и перепада высот между карьером «Главный» и КС, предусмотрена подъемная насосная станция для подъема и транспортировки пульпы.

«Иргиредмет» выполнил научно–исследовательские работы и полупромышленные испытания технологии переработки лежалых хвостов КОФ. Рекомендована технология, включающая: размывку и обесшламливание лежалых хвостов; флотационное обогащение по двум вариантам схем: с получением только медного концентрата; с получением медного и пиритного концентратов.

Качественно–количественная и водно–шламовая схемы, а также выбор оборудования выполнены на производительность по переработке отвальных хвостов 500 000 тонн в год.

Предусмотрен металлургический передел медного концентрата на Балхашском медеплавильном заводе и реализация товарной продукции в виде катодной меди, золота в слитках и серебра в гранулах.

В ходе исследований и выбора вариантов конструктивных решений по каждому из них определены: капитальные (таблица 1) и эксплуатационные (таблица 2) затраты, доходы и показатели «Чистой приведенной стоимости».

Капитальные затраты по вариантам оценены в 6217300\$ (землесосный наряд) и 4761800\$ (понтонная установка). Годовые эксплуатационные затраты оценены в 16814000\$ (землесосный наряд) и 16534400\$ (понтонная установка).

Составлен алгоритм оценки эффективности проектных вариантов и разработана экономико-математическая модель выемки и переработки отвальных хвостов. Критерием экономико-математической модели в данном случае является показатель общей эффективности капитальных вложений – отношение эффектов, связанных с эксплуатацией объекта, к общим затратам на его создание. Согласно предложенной методике, величина экономической эффективности составила: 1,63 для понтонной установки и 1,61 землесосного снаряда.

Методические основы и результаты проведенных исследований могут быть использованы при формировании аналогичных проектов с учетом конкретных условий размещения техногенных отходов, технологий выемки и переработки.

УДК 551.24.08

О МЕТОДАХ ИЗУЧЕНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Барыкина О.С.

МГУ имени М.В. Ломоносова (г.Москва, РФ)

barykina@geol.msu.ru

Аннотация. Рассмотрены методы выявления и оценки зон влияния тектонических нарушений. Показаны сходство и различия в исследовании разрывных зон различной степени

сложности при инженерных изысканиях. Проанализированы наиболее используемые методы для оценки активности разрывных нарушений.

Ключевые слова: Разрывные нарушения, инженерные изыскания, методы изучения.

ABOUT THE METHODS OF FAULT RESEARCHING IN ENGINEERING GEOLOGY

Abstract. *The methods of revealing and estimation of influence zones of faults are considered. The similarities and differences in the study of faults of various complexity at engineering investigations are shown. The most used methods of fault activity estimation are analyzed.*

Keywords: *Faults, engineering surveys, methods of researching.*

Огромное разнообразие и возникающие трудности в изучении разрывных нарушений требуют усовершенствования методики их инженерно-геологического исследования. Однако эта методика нуждается не только в инженерно-геологическом, но и в структурно-тектоническом осмыслении материала, получаемого при инженерно-геологических изысканиях. Ниже рассматриваются необходимые и достаточные методы изучения тектонических разрывов различных типов сложности (табл. 1).

Для выявления и уточнения особенностей зон влияния разрывов, используют, как правило, следующие методы: дистанционные (аэрокосмические); лазерное сканирование, съемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); полевое обследование; траншейные исследования; геофизические и геохимические исследования, геодезические измерения.

Разрывные тектонические структуры, имеющие один сместитель, небольшую мощность зоны влияния, выдержанность всех подзон по простиранию, залеченность трещин гидротермальными растворами, что значительно упрочняет массив и приводит к отсутствию резкого контраста между свойствами пород в зоне влияния и сохранным массиве, отсутствие каких-либо движений по разлому, относительно небольшая фильтрация по зонам влияния, - всё это указывает на простые инженерно-геологические условия. Такая ситуация не требует детального опробования зоны динамического влияния. В этом случае необходимо проследить направление нарушения, выявляя при этом возможные искривления, при помощи геофизических исследований в первую очередь сейсморазведка, электроразведка, георадиолокация. Используется также газовая и эманационная съемка, но эти данные свидетельствуют скорее о проницаемости определенных зон, нежели об их активности. Однако, надо учитывать, что на изменение физических свойств пород могут влиять разнообразные факторы. Поэтому геофизические исследования следует совмещать с геологическими. Разрывные нарушения должны быть подробно изучены и описаны при полевых исследованиях (определены по порядку, морфокинематическому типу, по возрасту и истории формирования и по возможности проявления современных движений). Полевое изучение разломов включает их геолого-геоморфологическое обследование и комплекс работ по проходке и специальной документации канав и траншей через зоны разрывов [3].

Инженерно-геологический тип разрывного нарушения рассматривается как средней сложности, если в составе, как правило, мезо- и кайнозойского времени заложения разрыва, выделяется несколько сместителей, трещины в зоне влияния частично заполнены вторичными минералами, подвижки по сместителю небольшие и имеют периодический характер, подземными водами происходит размыв и вынос заполнителя из трещин. В этом случае, наряду с геофизическими и геологическими методами, требуется подробное опробование зоны влияния разлома с целью подробного изучения всех подзон, выявления заполненных и открытых трещин и, что наиболее важно, определение активности дизъюнктива. Наиболее распространенными методами определения активности являются: геоморфологическое изучение участка, анализ аэро-космоснимков, изучение геологической и тектонической истории района, изучение характера и скорости новейших вертикальных движений с помощью геолого-геоморфологических профилей, пересекающих анализируемую разрывную структуру, что позволяет зафиксировать максимально возможное количество нарушенных этим разрывом геоморфологических уровней и повышает надежность расчета прогнозируемых современных разрывных смещений. Часто, для выявления активных разрывов рекомендуется газово-эманационные методы и измерение естественных импульсов электромагнитного поля Земли. Физической основой применения газово-эманационной съемки для выявления косвенных признаков современной активности разрывных нарушений является повышенная проницаемость пород зоны динамического влияния для углекислого газа и метана, а также радиоактивных газов радона и торона. Считается также, что повышенное содержание торона, период полураспада которого составляет около одной минуты, связано с дополнительным вытеснением его из пор и трещин в приповерхностной зоне под влиянием даже слабых динамических воздействий. Предпосылка применения данного метода – возникновение электромагнитных импульсов в процессе образования микротрещин в породах зоны динамического влияния [2].

Если проявление геологических факторов приводит к тому, что зона динамического влияния является объектом пристального внимания специалистов и требует не только подробного и точного изучения и опробования, но и организации и проведения режимных наблюдений, то данный тип разрывной структуры можно назвать весьма сложным. Точные геодезические наблюдения являются одним из наиболее надежных методов определения активности разлома, хотя и требуют продолжительного времени и значительных средств для проведения весьма сложных работ. Геодезические методы (повторная нивелировка, GPS, радиоинтерферометрия) используются при геодинамическом мониторинге и контроле влияния современных геологических процессов на состояние сооружений. Но эти измерения требуют достаточно длительного времени, что почти нереально при проведении изысканий для нового строительства. Надо учитывать их наибольшую эффективность при проведении мониторинга действующих сооружений. Специальные инструментальные методы включают прецизионное

нивелирование первого класса, наклономерные наблюдения, высокоточные измерения расстояний между марками, заложенными в горных выработках, установку и наблюдения за стеклянными маячками. Точные геодезические наблюдения проводят как правило после изучения геологии района и выявления всех разрывных нарушений, на поздних стадиях изысканий. Так, инструментальные методы успешно применялись на участке строительства Рогунской ГЭС (Таджикистан). Помимо крупномасштабных комплексных специализированных полевых исследований для выявления активных разломов, количественной оценки амплитуд разрывных смещений разновозрастных местных геоморфологических уровней, для характеристики строения и ширины зон влияния можно использовать комплекс геофизических исследований [2], наиболее действенные для решения этих задач – электроразведка (ВЭЗ МДС (вертикальные электрические зондирования по методу двух составляющих), ВРЭ, ЗСБ (зондирование становлением поля в ближней зоне)) и сейсморазведку (МПВ (метод преломленных волн), МОГТ 3D). Для определения амплитуды возможных разрывных смещений за типовой срок службы гидротехнического сооружения – 100 лет – С.А.Несмеяновым [2], предлагается проводить приведенные значения современного крипа для срока службы сооружений. Прогнозируемые оценки разрывных смещений опираются на осреднение наиболее молодых суммарных движений. Однако при проектировании необходимо принимать во внимание общий диапазон изменения времени осреднения движений, что позволит повысить надежность принимаемых инженерных мероприятий. Наиболее простым вариантом может быть увеличение на порядок величин (в 10 раз) геолого-геоморфологических оценок амплитуд разрывных смещений за 100 лет в расчете на то, что это перекроет возможное увеличение их скоростей к современности [2]. Более детальным является расчет с учетом коэффициента М.В.Гзовского [1], который предложил считать, что средние величины скоростей тектонических движений уменьшаются в 2 раза при увеличении времени их осреднения в 10 раз. И в заключении хотелось бы отметить, что при выявлении величин крипа, близких к опасным для проектируемого гидротехнического сооружения, необходим геодеформационный мониторинг для слежения за развитием смещений во времени в соответствующих разрывных зонах [4].

Таким образом, изучение разрывных нарушений должно проводиться оптимальным для конкретных геологических условий комплексом методов, которые могут включать и крупномасштабное картирование, и документацию разведочных выработок, и использование геофизических и дистанционных методов. Однако, необходимо помнить, что геофизические методы имеют ограничения, требующие знания структур для правильной интерпретации результатов и проверки полученных данных обычными геологическими методами.

Литература

1. Гзовский М.В. Моделирование тектонических полей напряжений и разрывов. Изв. АН СССР. Сер. Геофизика. №6. 1954.
2. Несмеянов С.А. Инженерная геотектоника. М. Недра. 2004. - 780с.
3. Палеосейсмология. Под ред. Дж.П.Мак-Калпина. В 2-х томах. М.: Научный мир, 2011.
4. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.

УДК 550.832

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА EDXRF МЕТОДОМ В ЗОЛОТОРУДНОМ СЫРЬЕ

Блялова Г.Г.¹, Юн Р.В.², Кан А.Н.², Абдрахманова З.Т.², Ефименко С.А.²

Карагандинский государственный технический университет¹,

ТОО «Корпорация Казахмыс»², (г. Караганда, Казахстан)

Serg_yef@mail.ru; gulim_blyalova@mail.ru

***Аннотация.** Исследовалась возможность прямого определения содержаний золота в сырье, поступающем на Балхашский медеплавильный завод, энергодисперсионным рентгенофлуоресцентным (EDXRF) методом. Для исследований использовался лабораторный EDXRF спектрометр РЛП–21Т казахстанского производства. Обсуждены вопросы изменения рентгенооптической схемы спектрометра РЛП–21Т для создания оптимальных условий для возбуждения линий L–серии золота. Приведены результаты лабораторных исследований. Сделан вывод о возможности определения золота прямым EDXRF методом в некоторых видах сырья.*

***Ключевые слова:** медеплавильный завод, энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный метод, EDXRF спектрометр РЛП–21Т, золото, предварительное химическое разложение пробы, концентрирование золота твердым органическим экстрагентом.*

THE NEW TECHNOLOGY RESEARCH OF WELLS IN THE REGIME OF CYCLICAL LOGGING

***Abstract.** The possibility of direct determination of the gold content in the raw materials supplied to the Balkhash copper smeltery by the energy-dispersive x-ray fluorescence (EDXRF) method was investigated. The laboratory EDXRF spectrometer RLP–21T of Kazakhstan production was used for research. The issues of changing the x–ray optical scheme of the RLP–21T spectrometer to create optimal conditions for the excitation of gold l-series lines are discussed. The results of laboratory studies are presented. It is concluded that it is possible to determine gold by direct EDXRF method in some types of raw materials.*

***Keywords:** copper smeltery, energy-dispersive x-ray fluorescence method, EDXRF RLP–21T spectrometer, gold, pre-chemical decomposition of the sample, concentration of gold with a solid organic extractant.*

На Балхашский медеплавильный завод (БМЗ) ТОО «Kazakhmys Smelting», входящего в состав медного гиганта Казахстана ТОО «Корпорация Казахмыс», поступает золоторудное сырье от нескольких поставщиков (в том числе и от АО

«ГМК Казахалтын»). Золото также содержится в привозных медных концентратах. Организация высокоэффективного входного контроля вещественного состава данного сырья (в первую очередь по золоту) и концентратов – это очень важная производственная задача. Для её решения можно было бы опереться на традиционные методы анализа на золото: классический пробирный анализ; затратную и длительную традиционную пробирную плавку; сложный в обслуживании атомно–абсорбционный анализ; приближенно-количественный золотоспектрохимический анализ. Но эти виды анализа, во–первых, не соответствуют цели оперативной оценки содержания золота в поступающем золоторудном сырье и концентратах; во–вторых, очень трудоемки и малопродуктивны; в–третьих, не могут обеспечить необходимую полноту входного контроля из–за ограниченных возможностей имеющихся лабораторий.

Можно рекомендовать к использованию комплексный экспрессный метод: предварительное химическое разложение пробы и концентрирование золота твердым органическим экстрагентом – ТВЭКС с последующим анализом ТВЭКС, например, на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном (EDXRF) спектрометре в полевой экспресс – лаборатории (ПАЛ) «Золотинка–7» [1]. Но у ПАЛ «Золотинка–7» также имеются недостатки: фазы кислотного разложения и концентрирования на ТВЭКС занимают достаточно много (часы) времени; кислотное разложение – это прекурсоры, а, следовательно, лицензирование, особые условия хранения и прочее. Тем не менее, ПАЛ «Золотинку–7» можно рассматривать в качестве альтернативы традиционным методам определения золота.

Даже при использовании ПАЛ «Золотинка–7» в рамках внутреннего стандарта предприятия, она позволяет значительно экономить затраты, многократно снизить издержки на пробирный анализ в сторонних лабораториях и связанные с этим расходы на логистику. Нижняя количественная граница определения содержания золота – 0,2 ppm. Производительность – от 30 до 150 проб за шесть часов (в зависимости от задачи).

Цель исследований: выяснение возможности экспрессного определения золота в привозном золоторудном сырье и медных концентратах, поставляемых на БМЗ, прямым энергодисперсионным рентгенофлуоресцентным (EDXRF) методом, как альтернатива применения ПАЛ «Золотинка–7».

Выбор метода исследований был predetermined тем обстоятельством, что во всех лабораториях рентгеноспектрального анализа (ЛРСА) Департамента контроля качества и инспектирования технологических процессов ТОО «Корпорация Казахмыс» находятся в эксплуатации 11 EDXRF спектрометров РЛП–21Т производства ТОО «Аспап Гео» (г. Алма–Ата).

Достижению поставленной цели исследований сильно осложняли как низкое (за небольшим исключением) содержание золота в золоторудном сырье и привозных медных концентратах, так и большое количество мешающих элементов–примесей, находящихся в сырье и медных концентратах (рисунок 1). Аппаратурный спектр наглядно подтверждает чрезвычайную сложность

аналитической задачи, которую авторы поставили перед собой. Примеры успешного решения задачи экспрессного определения золота прямым EDXRF методом в литературе на данный момент отсутствуют.

EDXRF спектрометр РЛП–21Т обеспечивает одновременное определение содержаний 31 элемента (Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Mo, Fe, Se, As, Ba, W, Bi, Ti, Cr, Mn, V, Ni, Al, Si, S, Ca, Ga, Br, Sr, Zr, Rb, Y, Nb, Pd, U, Th). Легкие (Al, Si, S) элементы определяются одновременно с остальными элементами без использования вакуумного насоса или инертного газа. РЛП–21Т – это: дрейфовый полупроводниковый детектор (SDD) рабочей площадью около 25 мм² и толщиной 300–500 микрон (охлаждение – термохолодильник Пельтье); рентгеновская трубка VF–50J Rh (50 Вт) фирмы Varian Medical Systems (США); экспозиция измерений 150 сек; облучение кюветы с пробой – сверху; турель на 9 кювет. Детектор обеспечивает разрешение 150 эВ по линии 5,9 кэВ при загрузке 100 кГц. Мишень из теллура [2, 3].

Пределы обнаружения элементов (рассчитаны по критерию 3σ) составляют: Ag – 0,74 ppm (определено на государственном стандартном образце ГСО–3029; аттестованное содержание – $C(\text{Ag}) = 2,1$ ppm), Cd – 1,05 ppm (ГСО–4822 ДВГ; $C(\text{Cd}) = 5,0$ ppm); Zn 0,0058% (ГСО–2887; $C(\text{Zn}) = 0,011\%$), Pb 0,0084% (ГСО–2887; $C(\text{Pb}) = 0,037\%$).

В связи с тем, что все, имеющиеся спектрометры РЛП–21Т были запущены в эксплуатацию в 2010 – 2013 годах, то ввести в их рентгенооптические схемы и программные продукты опцию «РФА на Au» не представлялось возможным. Поэтому для исследований была использована последняя модификация EDXRF спектрометра РЛП–21Т, которая была в аналитической лаборатории ТОО «Центр Консалтинг» (г. Алма-Ата). Модификация РЛП–21Т позволяет определять содержание 42 элементов, включая золото. Исследования были проведены в три этапа.

Этап №1. Выполнен рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) нескольких богатых золотом проб золоторудного сырья и медных концентратов, поступающих на БМЗ. Специальная подготовка проб перед РФА не проводилась, проба не прессовалась. На рисунке 1 показан аппаратурный спектр пробы № 15 АО «ГМК Казахалтын». На аппаратурном спектре показаны: «Таблица содержаний элементов» и увеличенный фрагмент этой таблицы в районе золота; положение линий $L\alpha$, $L\beta$, $L\gamma$ L-серии золота (красным цветом). Содержание золота методом РФА определено, как 20 ± 26 ppm (химический анализ – 19,5 ppm) при экспозиции измерений 150 сек.

Вывод. EDXRF спектрометр РЛП–21Т в базовой комплектации не оптимален для решения задачи определения содержаний золота EDXRF методом, но положительный потенциал у спектрометра РЛП–21Т последней модификации имеется. По крайней мере, на высоких содержаниях золота [4].

Этап №2. Его цель – существенно повысить чувствительность EDXRF спектрометра РЛП–21Т к низким содержаниям золота. Для этого в датчике спектрометра РЛП–21Т были оптимизированы условия возбуждения линий L-серии золота: в частности, мишень из теллура (линия $\text{TeK}\alpha = 25,3$ кэВ) была

заменена на мишень из серебра (линия $AgK\alpha = 22,2$ кэВ), то есть возбуждающее излучение было приближено на 3 кэВ к линиям L–серии золота; подобраны две пробы, не содержащие золото, в которые методом добавок были добавлены 10 и 20 ppm золота, соответственно.

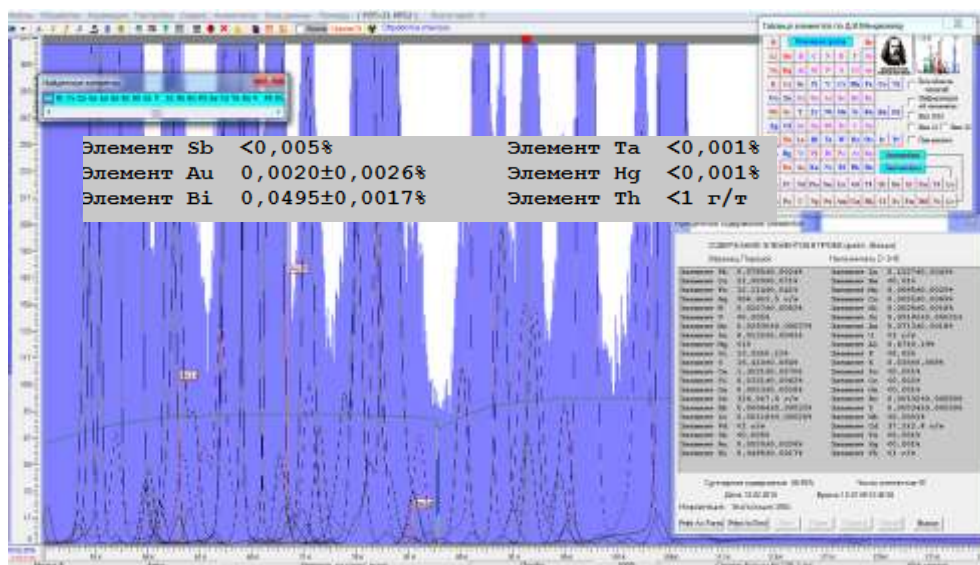


Рисунок 1 - Аппаратурный спектр пробы № 15 АО «ГМК Казахалтын» (красным цветом показаны «чистые» линии $L\alpha$, $L\beta$ и $L\gamma$ L – серии золота)

РФА был проведен также без специальной подготовки проб и при экспозиции 200 сек. Фрагменты «Таблиц содержаний элементов» по результатам РФА двух проб с добавками 10 и 20 ppm золота приведены ниже:

Элемент Lu	<0,0001%	Элемент Ta	<0,001%
Элемент W	<0,001%	Элемент Au	10,17±0,60 г/т
Элемент Bi	<0,001%	Элемент Th	6,81±0,50 г/т

Элемент Lu	<0,0001%	Элемент Ta	<0,001%
Элемент W	<0,001%	Элемент Au	22,82±0,66 г/т
Элемент Bi	<0,001%	Элемент Th	6,88±0,50 г/т

Отсюда следует однозначный вывод: ситуация с прямым РФА на золото кардинальным образом улучшилась: РФА первой пробы дал результат $10,17\pm 0,60$ г/т (погрешность 5,9%), РФА второй пробы – $22,82\pm 0,66$ г/т (погрешность 2,9%). Был достигнут заметно более низкий уровень погрешности РФА на золото, чем на первом этапе исследований. Причем, на гораздо более низких содержаниях золота в пробах.

Вывод: Достигнут гораздо более низкий уровень погрешностей РФА на золото. Цель: возможность определения золота прямым методом РФА (без предварительного химического разложения пробы и концентрирования золота твердым органическим экстрагентом – ТВЭКС) стала более достижимой [4].

Этап №3. В исследованиях этого этапа никаких конструктивных изменений в рентгено–оптическую и программные продукты спектрометра РЛП–21Т не

вносилось. Был выполнен РФА пробы золоторудного сырья № 18 АО «ГМК Казахалтын» и повторно выполнен РФА пробы № 15 АО «ГМК Казахалтын».

На рисунке 2 показан аппаратурный спектр пробы № 18 АО «ГМК Казахалтын», «Таблица содержаний элементов» и фотопики «чистых» линий $L\alpha$, $L\beta$, $L\gamma$ L-серии золота. Содержание золота определено, как $57,6 \pm 8,9$ ppm (погрешность 15,5%) при экспозиции измерений 200с. Результат химического анализа на золото – 56,9 ppm. Это уже вполне приемлемая погрешность РФА на золото.

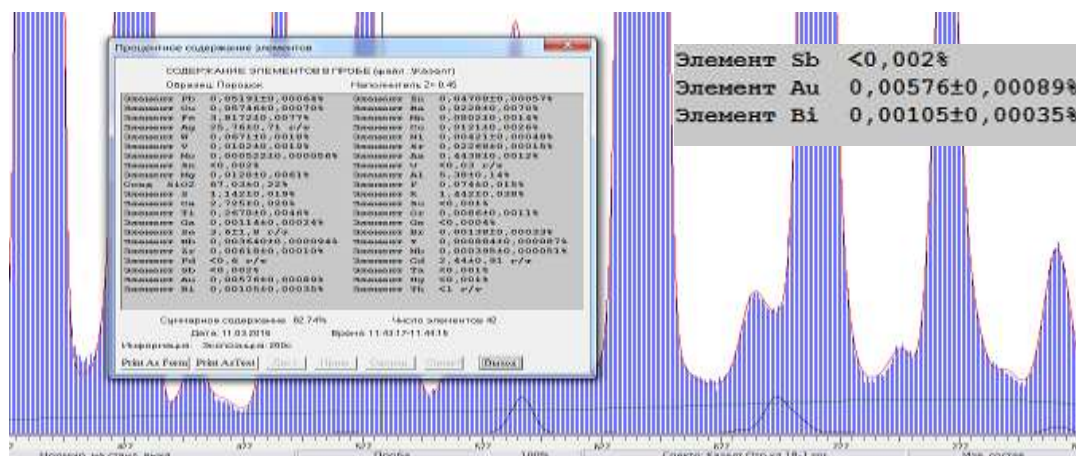


Рисунок 2 - Таблица результатов РФА пробы № 18 АО «ГМК Казахалтын» (внизу показаны пики «чистых» линий $L\alpha$, $L\beta$ и $L\gamma$ L – серии золота)

На рисунке 3 приведен аппаратурный спектр и «Таблица содержаний» РФА пробы медного концентрата №15 АО «ГМК Казахалтын», РФА которой выполнялся на этапе №1 (рисунок 1).

Элемент Pb	0,01675±0,00046%	Элемент Zn	0,01040±0,00038%
Элемент Cu	0,02064±0,00052%	Элемент Ba	0,0396±0,0068%
Элемент Fe	4,1683±0,0079%	Элемент Mn	0,0782±0,0014%
Элемент Ag	11,79±0,63 г/т	Элемент Cd	1,84±0,87 г/т
Элемент Si	30,429±0,099%	Элемент S	1,054±0,018%
Элемент Ca	1,972±0,018%	Элемент As	0,14523±0,00064%
Элемент Mg	1,00±0,60%	Элемент Al	6,06±0,14%
Элемент P	0,077±0,015%	Элемент K	1,733±0,038%
Элемент Sc	0,0023±0,0049%	Элемент Ti	0,3165±0,0047%
Элемент V	0,0136±0,0019%	Элемент Cr	0,0135±0,0011%
Элемент Co	0,0081±0,0026%	Элемент Ni	0,00875±0,00050%
Элемент Ga	0,00149±0,00022%	Элемент Ge	<0,001%
Элемент Se	3,0±1,4 г/т	Элемент Br	0,00101±0,00019%
Элемент Rb	0,0±0,0%	Элемент Sr	0,01630±0,00012%
Элемент Y	0,001347±0,000074%	Элемент Zr	0,007801±0,000096%
Элемент Nb	0,000594±0,000049%	Элемент Mo	0,000557±0,000055%
Элемент Pd	<1 г/т	Элемент Sn	<0,005%
Элемент Sb	<0,005%	Элемент Ta	<0,001%
Элемент W	0,0377±0,0014%	Элемент Au	0,00202±0,00059%
Элемент Hg	<0,001%	Элемент Bi	<0,001%
Элемент Th	5,9±1,5 г/т	Элемент U	<1 г/т

Рисунок 3 - «Таблица содержаний элементов» по результатам РФА пробы № 15 АО «ГМК Казахалтын»

Возможности улучшения чувствительности прямого РФА на золото нашими исследованиями далеко не исчерпаны – это только начало пути. Следует: продолжить эксперименты с подбором оптимального материала мишени; пойти на увеличение экспозиции измерений (возможно до 300–400 сек); перейти на технологию прессования материала пробы перед проведением РФА, применить рентгеновский излучатель на напряжение 60 кВ.

В результате совокупного применения всех перечисленных методических и конструктивных новаций, можно ожидать повышение чувствительности прямого РФА на золото на спектрометре РЛП–21Т последней модификации до уровня 1 ppm. В этом случае уже можно будет говорить о производственном применении прямого РФА на золото привозного золоторудного сырья на EDXRF спектрометре РЛП–21Т [4].

Благодарности. Авторы выражают признательность главному специалисту ТОО «Центр Консалтинг» (г. Алма–Ата) Шевелеву Герману Алексеевичу за помощь в проведении исследований на спектрометре РЛП–21Т.

Литература

1. Жохов Г.А., Назыров А.Р., Смильгин С.Е. Полевой аналитической лаборатории экспресс-анализа проб «Золотинка» 20 лет // Золото и технологии, Москва: 2016. № 3. С. 124–127.
2. Yefimenko S., Yefimenko O., Makarov D.. Environmental nuclear-geophysical ore monitoring in mines of Corporation Kazakhmys PLC // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2014. V. 49. N 10. P. 1163–1170.
3. Yefimenko S., Yefimenko O., Portnov V., Maussymbayeva A, Makarov D. Nuclear-geophysical technologies for online quality control of ores and their processing products applied at corporation Kazakhmys PLC // 20th Conference on Environment and Mineral Processing. Ostrava: VŠB-TU, 2016. P.325-331.
4. Yefimenko S.A., Issatayeva F.M., Zhelayeva N.V. Technologies of «on-line» quality control of ores and their processing products at Kazakhmys corporation LLP // Innovative development of resource-saving technologies for mining. Multi-Authored monograph. – Sofia: Publishing House «St. Ivan Rilski», 2018. – P. 245 – 268 (409 p.).

УДК 55(1/9)

ГРАВИТАЦИОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ТАДЖИКИСТАНА: ХАРАКТЕРИСТИКА, ГЕНЕЗИС И НАУЧНО-ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Джимбоева Д. Ф., Магдиев М.М.

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе

jimboeva.durdona@mail.ru

Аннотация. Гравитационные отложения тесно связаны с экзогенными процессами, которые носят катастрофический характер. В данной статье рассматриваются гравитационные отложения Таджикистана их классификация, строение, происхождение, основные причины их формирования и их инженерно- геологические особенности.

Ключевые слова гравитационные отложения, экзогенные процессы, инженерно- геологические особенности.

GRAVITY DEPOSITS OF TAJIKISTAN: CHARACTERISTIC, GENESIS AND SCIENTIFIC-APPLIED VALUE

Abstract. Gravitational deposits are closely related to exogenous processes, that are catastrophic in nature. This article discusses the gravity deposits of Tajikistan their classification, structure, origin, the main reasons for their formation and their geological-engineering features.

Keywords. gravitational deposits, exogenous processes, engineering-geological features.

Гравитационные отложения формируются на склонах и подножьях путем оползания, скатывания, осыпания или обрушения единичных обломков и крупных массивов пород, или же пластичного течения насыщенных водой грунтов. Гравитационные накопления по петрографическому составу идентичны породам склона. Гравитационные осадки объединяют четыре генетических типа отложений: обвально-осыпной, оползневой, солифлюкционный, провальный. Каждый из них включает несколько подтипов.

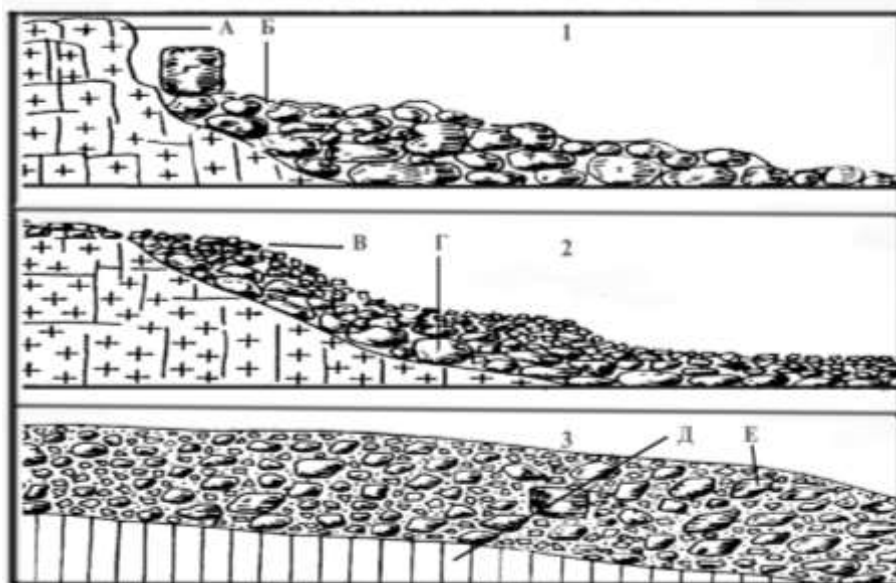


Рисунок 1 - Схематические разрезы гравитационных отложений

(по А. К. Агаджаняну и др., 1987): <https://studfile.net-page:25>

1 – обвальный коллювий; 2 – осыпной коллювий; 3 – десерпций.

А – гранит; Б – валуны, В – фация верхней части осыпи, Г – фация нижней части осыпи, Д – коренные породы склона, Е – щебнисто-глыбовый десерпций

На территории Таджикистана, отличающейся широким разнообразием геологических, сейсмотектонических, климатических, погодных условий, ежегодно происходит значительное количество стихийных бедствий, связанных

с гравитационными отложениями, которые причиняют в той или иной мере ущерб народному хозяйству и экологическому состоянию территорий [2]. Согласно данным Абдурахимова С.Я и Бойматова Д.Э. [1] в Таджикистане зарегистрировано 8200 оползней и обвалов, из них действующих – 1600, потенциально неустойчивых – 6600, способных перекрыть долины – 480. Переселено 510 кишлаков, и сейчас угрожают им и другим народнохозяйственным объектам 230 неустойчивых геодинамических территорий. Наиболее крупный оползень объёмом 2.2 млрд. м³ произошёл в 1911 г. на Памире при девятибалльном землетрясении. Оползень перекрыл долину р. Мургаб и образовал Сарезское озеро глубиной 500 м. Такие крупные сейсмогенные оползни и обвалы, как Хаитский (1949г.), Айнинский (1964г.), Гиссарский (1989г.), приводили к катастрофическим последствиям.

По мнению Саидова С.М. [3] основными причинами обвала, повлиявшими на нарушение природного равновесия являются:

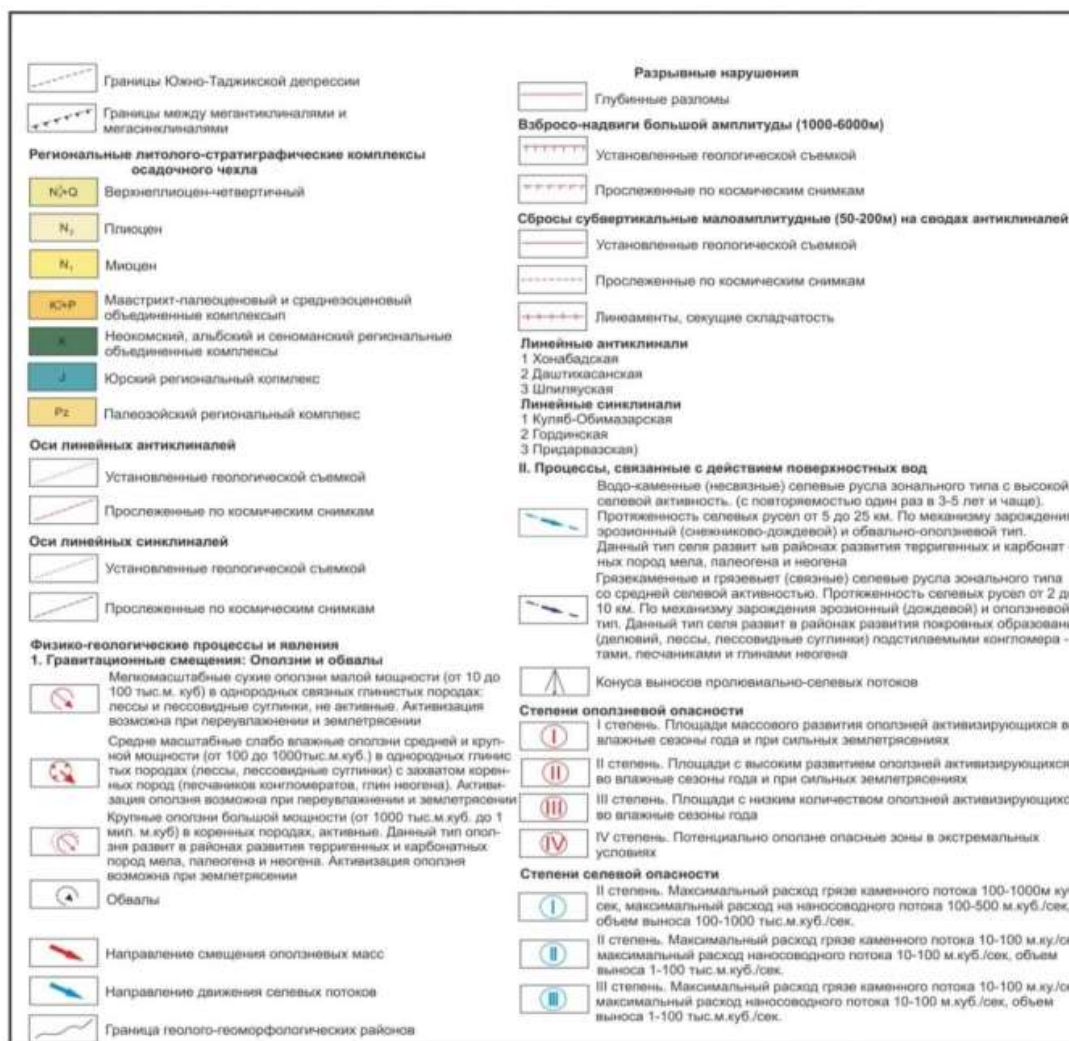
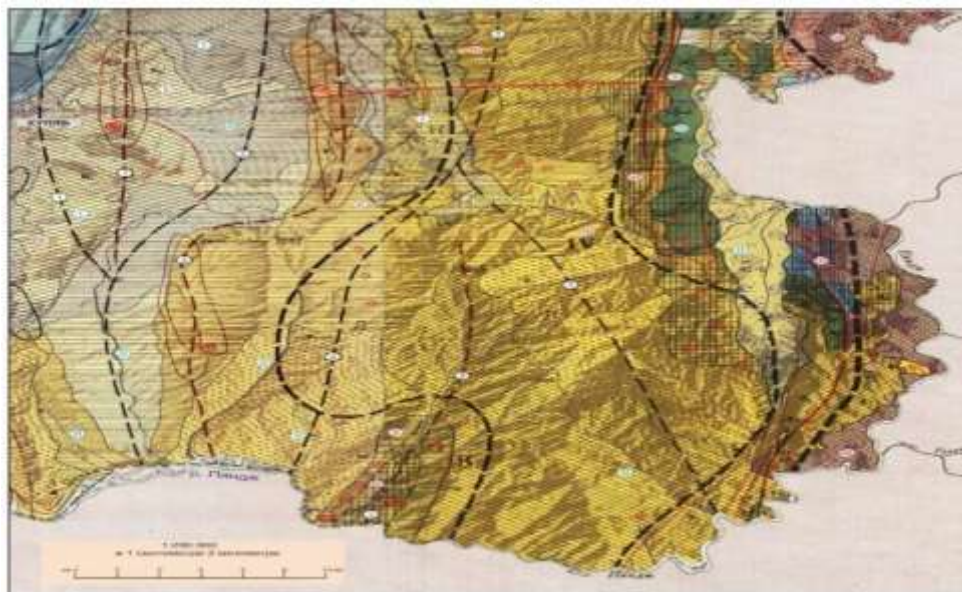
1. высокое гравитационное давление;
2. слабое сцепление зёрен в делювиальных осадках, густая трещиноватость в твёрдых породах;
3. масса грубообломочных пород, выполняющих краевые и межгорные прогибы, формируется в орогенную стадию развития складчатых структур.

Осыпи наблюдаются на крутых склонах с углом падения более 35°. Их формированию способствуют интенсивное выветривание, естественное увеличение крутизны склонов. Движущийся обломочный материал скапливается у их устья, образуя конусы осыпей, вершины которых растут постепенно вверх, а основание развёртывается полукругом в основании склонов. Осыпи скальных пород состоят преимущественно из глыб, валунов и щебня, также содержится примесь мелкозернистого материала [3].

Селевые отложения представлены преимущественно несортированной смесью крупных обломков, включая валуны и щебень. По вещественному составу обломки отвечают литологическому строению водосбора потоков. Анализ данных показал, что значительную часть территории развития гравитационных отложений в Таджикистане представляют пониженные пространства, чаще тектонические прогибы, впадины денудационного происхождения. Сложность рельефа во многом зависит от геологической структуры, но также и от характера и интенсивности воздействия внешних сил, от степени устойчивости слагающих структуру пластов, от их мощности и стойкости [3].

По данным авторов Саидова С.М, Расулова Н.М и др. [3] территория Таджикистана в силу своего географического положения, геологического строения, гидрогеологических, геоморфологических особенностей и тектонического режима, характеризуется широким спектром опасностей эндогенной и экзогенной природы; практически ежегодно отмечаются чрезвычайные ситуации, связанные с тем или иным опасным природным явлением и в основном это связано с гравитационными отложениями. Наиболее

опасными и часто возникающими процессами после землетрясения и селей являются ОПОЛЗНИ.



Современная устойчивость склонов		Геолого-геоморфологическая характеристика склонов	Гидрогеологическая характеристика	Современные геологические процессы	Противопопзневые мероприятия
Устойчивые. Возможно развитие оползней и других склоновых процессов исключается		Пойма и террасы главных рек высотой от 1-2 до 8 м выдержаны в четвертичного и современного возраста. Поверхность плоская с не большим уклоном в сторону реки и вниз по течению. Пойма и террасы сложены супесчано-песчаными и галечно-галечными - ковыми отложениями	Грунтовые воды залегают в галечно-галечниковых отложениях на глубине от 0 до 70 и более метров	Босовы эрозия реко, нивидания	Противопопзневые мероприятия не требуются
		Относительно пологие, интрузивные равнины мезокайнозойского возраста. Поверхность плоская с небольшим уклоном по направлению реки и в низ по течению. Рельеф сложен делювиальными, лессовыми и лессовидными суглинками	Грунтовые воды залегают на глубине от 10 до 30 и более метров	Оврагообразование	
		Мезосклонный, практически не эродированный эдакий рельеф с пологими склонами. Покровные образования: делювий, лессы и лессовидные суглинки. Крутизна склонов от 10 град до 15-20 град.	Грунтовые воды залегают на глубине более 100 метров	Процессы не развиты	
Относительно устойчивые. Возможно развитие оползней на порозувязанных участках склонов и эрозия террасных бортов		Вершинные поверхности вздораздельных хребтов и пологие склоны, перекрытые делювиальными, лессовыми и лессовидными суглинками.		Оползни, сели и оврагообразование	Противопопзневые мероприятия не требуются
		Крутосклонный (20-45 град.) эродированный горный рельеф, выработанный в не расчлененных породах палеогена (песчаные, глины, гнсы). Покровные образования развиты частично. Идет активный процесс обводнения рельефа.	Трещинные воды, вытекают в виде родников в бортах и по дну сая.	Оползни в эдаких породах	
		Крутосклонный, сильно эродированный горный рельеф. Покровные образования отсутствуют. Поверхность мелко и глубоко расчленена таловыми и карстовыми процессами. Эрозия селя не развиты. Рельеф сложен эдакими, лессовыми и глинами неогена. Крутизна склонов от 10-20 град до 40-50 град.	Трещинные воды	Осели, оползни практически не развиты. Сели проявляются только по крутым руслам	
Неустойчивые. Характеризуются интенсивным развитием оползней, обвалов, эрозиями склонов		Промышленно - эдакие шифры и конуса выноса, выработанные в эдаких эрозиях долин. Склоны сложены галечно-галечными и галечно-равными жальностями и лессовидными суглинками. Крутизна склонов от 10 до 20 град.	Грунтовые воды залегают в галечно-галечниковых отложениях на глубине от 0 до 10-15 и более метров	Сели, эрозия, оврагообразование в эдаких оползней	Противопопзневые мероприятия не требуются
		Практически не эродированный, крутосклонный (15-20 град.) горный рельеф. Покровные образования не развиты. Рельеф сложен терригенными и карбонатными породами лерма и мела.	Трещинные воды, вытекают в виде родников в бортах и по дну сая.	Оползни крупные (катастрофические) объемы в эдаких породах с проколзнувшими перекрывающим русла реко	Послеосаждение склонов, осушение склонов от ливней, в эдаких атмосферных вод с помощью дрена до сплошным возмощения
		Слабо эродированный, относительно крутосклонный (20-45 град.) горный рельеф. Покровные образования развиты частично. Рельеф сложен терригенными и карбонатными породами мела, палеогена и неогена. В некоторых участках диоритами и диорит порфиритами ладной лерма.	Трещинные воды, вытекают в виде родников в бортах и по дну сая.	Оползни крупные (катастрофические) объемы в эдаких породах	Противопопзневые мероприятия не требуются
		Слабо эродированный крутосклонный горный рельеф (покровные образования развиты). Поверхность мелко и глубоко расчленена V-образными саями. Крутизна склонов от 10-20 град до 40-50 град. Рельеф сложен сильно выветрелыми туфобрекчичными, лавобрекчичными, порфиритами и турами каменноугольными саями.	Трещинные воды, вытекают в виде родников в бортах и по дну сая.	Редкие оползни лавобрекчичные в объемы, обвалы лавобрекчичные в эдаких, конгломаты	

Рисунок 2 - Карта инженерно-геологических условий развития экзогенных геологических процессов юго-восточной части юго-западного Таджикистана. (По материалам Саидова С.М. [3]).

Возрастающая за последние годы частота и интенсивность природных бедствий и катастроф, связанных с процессами глобального изменения климата, при высокой геодинамической и сейсмической активности, несущие угрозу жизнедеятельности населения и секторам экономики, определяют необходимость усиления потенциала противодействия возможным проявлениям рисков стихийных бедствий.

В горных районах с развитием мезо-кайнозойских пород и хорошей обнаженности коренных склонов, образование оползней определяется: 1. литологическими особенностями легко разрушаемых пород; 2. высоким содержанием глинистых горизонтов; 3. высокой степенью трещиноватости (тектонической и структурной) в полускальных типах; 4. высокой водообильностью отдельных горизонтов; 5. моноклинальными, часто согласными со склоном, залеганиями пластов; 6. длительным влиянием сейсмической активности крупных разрывных нарушений, активным эрозийным расчленением склонов на фоне современного поднятия хребтов. В пределах среднегорного сильно расчлененного рельефа с ограниченным

обнажением коренных пород и маломощным делювиальным и субаэральным покровом на первый план выступают: 1. высокая степень расчлененности склонов; 2. обильная инфильтрация подземных вод в подошвенную часть лессового покрова; 3. бронированные поверхности склонов; 4. активный подмыв оснований бортов; 5. климатическая активность осадков [2].

В пределах низкогорных адыров основное влияние оказывают: активная овражная эрозия с интенсивным подмывом бортов; дренирование подземных вод из отдельных водоносных горизонтов. В долинных частях развитие оползней зависит от подмыва и обрушения бортов, искусственной замочки склонов и т.д. [3].

Гравитационные отложения являются причиной многих стихийных бедствий на территории Таджикистана, приводящих к большим ущербам и потерям. Согласно мнению Джураева Р.У. и др[2]. для решения задач по оценке риска оползневых и других экзогенных процессов, связанных с гравитационными отложениями на территории Таджикистана представляется необходимым:

1. Организация комплексного инструментального мониторинга состояния природной среды. Оснащение полигонов современными приборами, оборудованием и компьютерными технологиями;
2. Проведение детальных инженерно-геологических исследований на особо опасных участках, зонирование территорий по степени опасности ЭГП;
3. Совершенствование законодательной базы в отношении снижения риска стихийных бедствий связанных с гравитационными отложениями;
4. Исследование зон возможных проявлений крупных оползней или других природных явлений (сели, обвалы, осыпи и т.д.), для определения возможного объема ущерба от последствий.

Литература

1. Абдурахимов С.Я., Бойматов Д.Э. Анализ геодинамических параметров экзогенных процессов / Проблемы инженерной геологии, геотектоники Таджикистана и сопредельных территорий. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук, профессора ТаджикибековаМадатбека , 27-28 сентября 2019г., Душанбе: ТНУ, 2019. С. 100–105
2. Джураев Р.У., Каримов Ф.Х., Ахмедов А.С. Оползневые явления на территории Таджикистана и их экологические последствия / Проблемы инженерной геологии, геотектоники Таджикистана и сопредельных территорий. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук, профессора ТаджикибековаМадатбека , 27-28 сентября 2019г., Душанбе: ТНУ, 2019. С. 22–29
3. Саидов С.М., Расулов Н.М. и др. Определение основных генетических групп оползней: распространения и условий их проявления/ Проблемы инженерной геологии, геотектоники Таджикистана и сопредельных

территорий. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук, профессора Таджикибекова Мадатбека, 27-28 сентября 2019 г., Душанбе: ТНУ, 2019. - С. 216–220.

4. Интернет ресурсы: <https://studfile.net> Дата обращения 25.01.2020.

УДК 504; 504.75; 502.1

АКТУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН. ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Жигалин А.Д.¹, Е.В. Архипова²

МГУ имени М.В. Ломоносова¹ (г.Москва, РФ)

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН², (Москва, РФ)

Государственный университет «Дубна»² (г.Дубна, РФ)

zhigalin.alek@yandex.ru

***Аннотация.** Обновление методики преподавания специальных дисциплин предполагает более полное взаимодействие студентов и преподавателей в процессе обучения, активное вовлечение студентов в научную работу на ранних стадиях очного обучения, самостоятельную работу студентов по индивидуальным программам, приобретение студентами навыков публичных выступлений посредством организации имитационных мини конференций внутри текущего учебного процесса*

***Ключевые слова.** Специальные дисциплины, учебный процесс, самостоятельная работа студентов*

UPDATING OF METHODOLOGY OF TEACHING OF SPECIAL DISCIPLINES. GEOPHYSICAL ECOLOGY

***Annotation.** Updating the methodology of teaching special disciplines implies more complete interaction between students and teachers in the course of education, active involvement of students in scientific work at the early stages of education, independent work of students on individual programs, acquisition of public speaking skills by students through the organization of imitation mini conferences within the current educational process*

***Keywords.** Special disciplines, educational process, independent work of students*

Введение. Новые разделы в учебных программах. В связи с тенденцией «экологизации» естественных наук возникает необходимость ликвидации образовавшихся разрывов между традиционными и хорошо обкатанными программами подготовки студентов экологической и других смежных специальностей и насущными требованиями времени. Устранение наблюдаемого диссонанса может быть осуществлено за счет введения в существующие программы новых разделов основных преподаваемых дисциплин и/или введения новых дисциплин, отвечающих требованиям сегодняшнего дня.

В качестве примера можно привести феномен преподавания раздела геофизики «Геофизическая экология» в ряде ВУЗов страны, недавнее появление

нового направления «Геофизической урбоэкологии», которое еще не получило «права гражданства» в учебном пространстве, но, несомненно, займет со временем свое место в общем ряду преподаваемых дисциплин. Еще целый ряд дисциплин и направлений, прямо или косвенно связанных с геофизической экологией, которые ждут подготовки своих специалистов-практиков, преподавателей и научных работников. Этот тезис подкрепляется разработанной в Московском университете Концепцией экологических функций абиотических сфер земли, в рамках которой нашлось место и геофизической экологической функции.

Новые формы знакомства со студентами. Многолетний опыт преподавания студентам разных ВУЗов геофизики, экологической геофизики, геофизической экологии и радиогеоэкологии в разных ВУЗах на третьем курсе, «финишных» курсах для специалистов, магистрантов и аспирантов, очникам и заочникам показал, что у абитуриента, поступающего в высшее учебное заведение, мотивации бывают самые разные – от получения «корочек» до желания стать «большим ученым» и/или поехать работать «в забугорье». Выбор широкий. И при многочисленности студентов в учебных группах становится затруднительным для преподавателя определить, «кто, есть кто, и кто зачем пришел». Разобраться, хотя бы начерно, в этом случае помогает *написание кратких рефератов на тему «Почему я выбрал (выбрала) экологию»*. Этот вариант хорошо себя зарекомендовал на третьем курсе, когда студенту настает время определиться, на правильном ли он пути. Срок для написания реферата назначается небольшой 1-2 недели. После этого преподаватель уже может сопоставить свои собственные наблюдения с «откровениями» (не всегда, конечно, искренними) студентов. В это время преподаватель определяется, для кого из студентов он читает курс и кому какие задания он может предложить дополнительно. Речь, конечно, не идет о «любимчиках», но так уж получается, что в настоящем «походе за знаниями» участвуют далеко не все, сидящие на студенческих скамьях.

Включение новых форм проведения занятий. Геофизическая экология как самостоятельная геофизическая дисциплина была представлена научной общественности за четыре года (журнал Геофизика, 1996) до обнародования концепции о конвергенции геологии и экологии (Экологические функции литосферы, 2000). Не вызвавшее отторжения у геофизиков появление еще одной геофизической «дочки» и включение геофизической функции в экологический геологический ряд показало, что направление было выбрано верно и, более того геофизическая экология стала позиционироваться как фундаментальная наука со своим прикладным разделом – экологической геофизики, появившемся годом раньше. Введение в ряде ВУЗов учебных курсов геофизической экологии и экологической геофизики в программы для студентов экологической специализации можно воспринимать, как паритетность геофизической знания в экологическом русле образования.

Одним из новых элементов, который был в свое время реализован в РГГРУ-МГРИ в качестве дополнения к традиционному стилю преподавания, было

написание целевых рефератов по темам преподаваемых дисциплин. Темы рефератов обозначались на первых занятиях, и указывались сроки их представления, относимые ближе к концу семестра. Это позволяло студентам использовать канву «начитываемого» лекционного материала для самостоятельной работы над рефератом. Качество представленных работ учитывалось при общей оценке работы студентов по данной дисциплине.

Другим примером введения новизны в способ освоения студентами преподаваемого материала может служить организация имитационных «учебных конференций». Эти «мини конференции» проводились, начиная со второй половины интервала времени чтения курса, в РГГРУ-МГРИ для студентов 3-го курса и в МГУ имени М.В. Ломоносова для студентов последнего курса, а также магистрантов и аспирантов. Для реализации такого рода мероприятий студентам рекомендовался ряд тем, которые можно назвать «сопутствующими» преподаваемым дисциплинам. По этим темам студентам предлагалось подготовить презентации. По мере готовности презентаций, на практических занятиях воспроизводилась обстановка реальных конференций с докладами, обсуждением и дискуссией. Качество презентаций, докладов и активности каждого студента учитывались при итоговой оценке работы студента

Наиболее интересным из тех нововведений, которые удалось реализовать на практике, – это *предложение студентам самостоятельной работы по специальной (индивидуальной) программе*. Такая работа может проводиться как во время учебных занятий, так и во время прохождения производственной практики. Работа при этом предусматривает режим максимальной самостоятельности студентов под патронажем преподавателя и/или руководителя практики со стороны предприятия, где студенты проходят практику, участвуя в выполнении исследований, проводимых на предприятии. Результаты выполненных работ при достаточной степени их завершенности становятся основой для написания курсовых и выпускных бакалаврских работ, магистерских диссертаций, а также докладов на конференциях и публикаций. Такого рода новации реализованы в РГГРУ-МГРИ и ГУ «Дубна». Подобного рода работа продолжается в настоящее время.

Вместо выводов. Смыслом всех представленных выше нововведений является, во-первых, привлечение студентов к научной работе по возможности на ранней стадии обучения и, во-вторых, воспитание у них самостоятельности в принятии решений, нахождения наиболее рациональных путей решения поставленных задач и чувства ответственности при выполнении исследовательских работ.

УДК 564: 551.733 (474.2)

ЗНАЧЕНИЕ МУЗЕЙНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ СИЛУРИЙСКИХ ЦЕФАЛОПОД ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ ДЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ (International Stratigraphical Charts)” СИЛУРА ТАДЖИКИСТАНА

Киселев Г.Н.

*Санкт-Петербургский государственный университет
(г. Санкт-Петербург, РФ)
genkiselev@yandex.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты монографических исследований комплексов силурийских цефалопод из геологических разрезов различных районов Южного Тянь-Шаня в 1983-1996 гг.. Полевые работы проводились совместно с геологами Управления геологии и охраны недр при Совете министров Таджикской ССР. Камеральные исследования осуществлялись в Санкт-Петербургском государственном университете. Изученные коллекции цефалопод хранятся в Палеонтологическом музее СПбГУ (колл. №354).*

***Ключевые слова:** палеонтологические коллекции, музейное дело, биостратиграфические исследования, International Stratigraphical Chart.*

SIGNIFICANCE OF MUSEUM COLLECTIONS OF SILURIAN CEPHALOPODS OF TJAN-SHJAN FOR FORMING OF THE REGIONAL “SILURIAN STRATIGRAPHICAL CHART OF TAJIKISTAN

***Abstract.** The researching of collections of Silurian cephalopods from different regions of Tian-Shjan was done and new biostratigraphical material for regional “Silurian Stratigraphical Chart of Tajikistan” was made.*

***Keywords:** paleontological collections, museums, biostratigraphical researching.*

Введение. Конвенция ЮНЕСКО от 16 ноября 1972 г “О сохранности Всемирного Культурного и Природного Наследия” [1, п.2] включила в число Объектов Всемирного Наследия “объекты, которые являются выдающимися образцами главных этапов Истории Земли, в том числе памятники прошлого, отражающие происходившие геологические процессы”. [1, п.2] Данное положение расширено в “Руководстве по выполнению Конвенции об охране Всемирного наследия” в 2005 году, в котором определены 10 критериев для определения выделяемых природных объектов. В п. VIII (N-1) включено положение о том, что объект Всемирного Наследия геологического профиля должен “...представлять собой выдающийся пример отражения важнейшего этапа в Истории Земли, включая фоссилизированные остатки организмов и следы древней жизни, значимые геологические процессы и др...” Указанные объекты и коллекции природного наследия являются информационной базой в геологии для создания Международной стратиграфической шкалы.

Стандартные образцы таксонов древних организмов (голотипы, синтипы и топотипические образцы) в соответствии с требованиями Международного Кодекса Зоологической номенклатуры [2] являются основой коллекций в

естественнонаучных музеях мира. Применение этих образцов из коллекций естественнонаучных музеев, фиксирующих важнейшие рубежи перестройки палеобиосферы, является одной из задач по дальнейшей стандартизации и детализации Международной геохронологической шкалы.

В соответствии с данными положениями в Палеонтологическом музее СПбГУ хранятся коллекции силурийских цефалопод из Зеравшано-Гиссарского и Туркестанского районов Южного Тянь-Шаня Таджикистана. Коллекции, собранные в процессе совместных полевых работ с геологами Управления геологии и охраны недр при Совете Министров Таджикской ССР, были изучены автором, монографически обработаны и результаты исследований опубликованы в палеонтологических атласах и отдельных статьях. Обобщение результатов представлено в данной статье.

Материал и методы исследования. Коллекции силурийских цефалопод происходят из Зеравшано-Гиссарской структурно-формационной зоны (Акатинский тип разреза, Даурический, Обисафитский, Чакыл-Калянский, Ходжа-Курганский, и Шурабский типы разрезов) и из Кштут-Урметанского и Туркестано-Алайского типов разрезов Туркестанского района. Их сборы осуществлялись в комплексе с фаунистическими остатками других групп силурийских организмов, что нашло отражение при обосновании региональной схемы стратиграфии силурийских отложений Центрального Таджикистана по цефалоподам (Киселев, Савицкий, Синицына, Миронова, Старшинин, 1993, с.60-68).

На основе изучения «Точек глобальных стратотипов границ» в силурийской системе (далее ТГСГ) обоснованы следующие международные биостратиграфические датированные уровни (сверху вниз по МСШ) [3, с. 158-159].

Изучение коллекций силурийских головоногих моллюсков из разрезов Южного Тянь-Шаня, осуществлены автором в 1982-1996 гг. и сданы на хранение в Палеонтологический музей СПбГУ. Результаты исследований позволили уточнить и детализировать региональные схемы данного региона на основе выявленных биостратонов по комплексам цефалопод, осуществить внутри региональные и межрегиональные корреляции и представить монографические описания изученных комплексов в палеонтологических атласах (4, 5).

Результаты исследования.

Исследования позволили сделать следующие дополнения к стратиграфической схеме силурийских отложений Южного Тянь-Шаня.

Граница силурийской и девонской систем фанерозоя. ТГСГ нижней границы лохковского яруса нижнего девона (и верхняя граница силура) официально принята в подошве граптолитовой зоны *Monograptus uniformis* в стратотипическом разрезе Клонк, Баррандиен, Чехия [3, с. 158-159].

На данном стратиграфическом уровне в разрезах Южного Тянь-Шаня нами по результатам изучения комплексов головоногих моллюсков [4, 5] в основании кунжакского горизонта (рочская свита, верхняя подсвита) выделены «слои с

Parawestonoceras rochense». Типовой материал данного вида-индекса хранится в Палеонтологическом музее СПбГУ (№ 354/8229).

Пржидольская серия (в более ранних схемах -ярус).

ТГСГ нижней границы определена по появлению зонального граптолита *Neocolonograptus parultimus* в стратотипическом разрезе Пожары (Pozáry), Баррандиен, Чехия. Датировка – 418.7 + 2.6 млн.л. В данном стратиграфическом интервале в верхнесилурийских отложениях (исфаринский горизонт, исфаринская свита) Южного Тянь-Шаня (4, с.60, 65) по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с.60] выделены «слои с *Allonoceras sinitzyni* – *Pseudocycloceras vuadilense*». Типовые материалы видов изучены И.С.Барсковым и находятся на кафедре палеонтологии МГУ им. М. В. Ломоносова.

Лудловская серия (в более ранних схемах - ярус). ТГСГ нижней границы определена по подошве зоны *Neodiversograptus nilssoni* в стратотипическом разрезе Питч Коппис (Pitch Coppice), Шропшир. Включает два яруса.

Лудфордский ярус (в более ранних работах – подъярус). Нижняя граница датировка - 421.3 ±2.6 млн.л. В верхнесилурийских отложениях Южного Тянь-Шаня (дальнянский горизонт, гарибакская свита) нами по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с. 60] выделены «слои с *Pseudoonoceras orthium*». Типовые материалы вида изучены И.С. Барсковым и хранятся в МГУ им. М.В.Ломоносова.

Горстийский ярус (в более ранних схемах - подъярус). ТГСГ нижней границы определена на уровне подошвы граптолитовой зоны *Neodiversograptus nilssoni* в стратотипическом разрезе Питч Коппис в Шропшире. Датирована - 426.2 + 2.4 млн.л.

В верхнесилурийских отложениях Южного Тянь-Шаня (нижняя часть дальнянского горизонта, пшемакская свита) нами по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с. 60,64] выделены «слои с *Sphooceras truncatum*». Типовой материал вида хранится в Национальном Музее в Праге.

Венлокская серия (в более ранних схемах - ярус). ТГСГ нижней границы определена в подошве граптолитовой зоны *Cyrtograptus murchisoni* в стратотипическом разрезе Хагли Брук (Hughley Brook), к юго-востоку от Лисовс Фарм (Leasows Farm). Венлокская серия включает следующие два яруса.

Гомерский ярус (в более ранних схемах - подъярус). ТГСГ нижней границы определена по подошве граптолитовой зоны *Cyrtograptus lundgreni* в стратотипическом разрезе Витвелл Коппис, 500 м севернее дер. Гомер, Шропшир. Датировка 426.2 млн.л.

В нижнесилурийских отложениях Южного Тянь-Шаня (шингский горизонт, тауташская свита (верхняя часть) нами по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с. 60, 63] выделены «слои с *Sphooceras truncatum*». Типовой материал вида хранится в Национальном Музее в г.Прага (Чехия).

Шейнвудский ярус (в более ранних схемах – подъярус).

ТГСГ нижней границы определена на уровне, соответствующем подошве зоны *Cyrtograptus centrifuges* стратотипического разреза Хагли Брук (Hughley Brook), Шропшир. Датирована - 428.2 + 2.3 млн.л. В нижнесилурийских

отложениях Южного Тянь-Шаня (шингский горизонт, обилайская свита (верхняя подсвита) по результатам изучения выделены «слои с *Protophragmoceras virgula*». Типовой материал хранится в Палеонтологическом музее СПбГУ (экз. №354/8287).

Лландоверийская серия (в более ранних схемах - ярус). ТГСГ нижней границы совпадает с нижней границей силурийской системы и определена по подошве граптолитовой зоны *Akidograptus ascensus* в стратотипическом разрезе Добс Линн, Южная Шотландия.

Лландоверийская серия включает следующие три яруса.

Теличский ярус (в более ранних схемах - подъярус). ТГСГ нижней границы определена по появлению граптолитов зоны *Spirograptus guerichi* в стратотипическом разрезе западнее от дороги на Сефн Сериг (Cefn Cerig), Лландовери, Ю. Уэльс. Датирована - - 436.0 +₋ 1.9 млн.л.

В нижнесилурийских отложениях Южного Тянь-Шаня (шингский горизонт, обилайская свита (нижняя подсвита) нами по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с. 60, с 63) выделены «слои с *Kionoceras tuygirum- Phragmoceras lineolatum*». Типовой материал вида *Kionoceras tuygirum* хранится в Геологическом музее Новосибирского государственного университета.

Аэронский ярус (в более ранних схемах - подъярус). ТГСГ нижней границы определена в подошве граптолитовой зоны *Demirastrites triangulatus* стратотипического разреза Трефавр Трак (Trefawr track), Лландовери, Ю. Уэльс. Датирована – 439.0 +₋ 1.8 млн.л.

В нижнесилурийских отложениях Южного Тянь-Шаня (шингский горизонт, обилайская свита (нижняя подсвита) по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с. 60, с 62) выделены «слои с *Kionoceras tuygirum- Phragmoceras lineolatum*».

Рудданский ярус (подъярус в более ранних схемах)

Нижняя граница датирована 443.7. млн.л.+₋ 1.5 млн.л. В нижнесилурийских отложениях Южного Тянь-Шаня (шингский горизонт, обилайская свита (средняя подсвита) по результатам изучения головоногих моллюсков [4, с. 60, с 62) выделены «слои с *Kionoceras tuygirum- Phragmoceras lineolatum*».

Выводы. Изученные региональные биостратиграфические подразделения и их границы основаны на результатах монографических исследований коллекций головоногих моллюском из силурийских отложений различных районов Южного Тянь-Шаня и отнесены к вспомогательным биостратиграфическим подразделениям в ранге «слои с фауной [6, с.37]. Все коллекции хранятся в Палеонтологическом музее Санкт-Петербургского государственного университета и доступны для изучения (система КАМИС, № 98/1-100).

Литература

1. Конвенция ЮНЕСКО от 16 ноября 1972 г. “О сохранности Всемирного Культурного и Природного Наследия”. 2. Международная Конвенция «Об охране Всемирного культурного и природного наследия». 17 сессия ЮНЕСКО, 1972 г.

2. Международный Кодекс зоологической номенклатуры. Изд. третье. Принят Генеральной ассамблеей Международного союза биологических наук: Пер с англ. и фр. – Л.: Наука, 1988. – 205с.
3. Киселев Г. Н., Модзалевская Т.Л. Силурийская система/период. / Российская геологическая энциклопедия. В трех томах. /Гл. ред. Е.А. Козловский, А. А. Ледовских. Т.3 (Р-Я). М. – СПб.: 2012. Издательство ВСЕГЕИ. С.158-159.
4. Киселев Г.Н., Савицкий Ю.В., Синицына И.Н., Миронова М.Г., Старшинин Д.А. Атлас моллюсков и брахиопод силура и девона Южного Тянь-Шаня / Отв. ред. Г. Н. Киселев. – СПб.: -Издательство С.-Петербургского университета, 1993. 116 с. 20 табл.
5. Киселев Г.Н., Савицкий Ю.В., Модзалевская Т. Л. Атлас силурийских и девонских неамmonoидных цефалопод и брахиопод восточной части Туркестанского хребта. – СПб.: Издательство С.-Петербург. университета, 1996. – 108 с.. 18 табл.
6. Стратиграфический кодекс России. Издание третье, испр. и доп.. – СПб.: Издательство ВСЕГЕИ. 2019. – 96 с. (МСК России, ВСЕГЕИ).

УДК 624.131

ВЛАГОПЕРЕНОС В ЛЁССОВЫХ ГРУНТАХ ТАДЖИКИСТАНА

Королёв В.А.

МГУ имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет (г.Москва, РФ)

va-korolev@bk.ru

***Аннотация.** Рассмотрены особенности воды и процессов влагопереноса в лёссовых грунтах Таджикистана, выделены парагенетические комплексы воды в лёссовых толщах зоны аэрации.*

***Ключевые слова:** лёссы, вода, связанная вода, парагенетические комплексы, влагоперенос.*

WATER TRANSFER IN LOESSIAN SOILS OF TAJIKISTAN

***Annotation.** Peculiarities of water and moisture transfer processes in loessial soils of Tajikistan are considered, paragenetic water complexes in loessial strata of aeration zone are identified.*

***Key words:** loess, water, bound water, paragenetic complexes, moisture transfer.*

Введение. Лёссовые грунты широко распространены на территории Таджикистана. С ними связаны различные негативные просадочные явления, которые в значительной степени определяют интерес к их инженерно-геологическому изучению. При этом большая роль в формировании просадочности лёссов отводится воде, которая содержится в них в разных формах.

Исследование этих процессов в лёссах Таджикистана началось еще в 1930-1940-е годы многими советскими учеными по трассам Ферганского, Южно-Ферганского, Северо-Ферганского каналов, а затем продолжилось после Великой Отечественной войны в 1950-1970-е годы. Начиная с 1965 г., обширные

полевые исследования лёссов в связи со строительством различных объектов в Яванской долине Таджикистана проводил Н.И.Кригер. Им были выделены характерные парагенетические комплексы воды, обусловленные геолого-почвенными, климатическими и термодинамическими особенностями лёссовых пород [4]. Среди них три начальных комплекса относятся к лёссовым грунтам зоны аэрации (сверху-вниз): 1) малоподвижный; 2) диффузионный и 3) капиллярный, а ниже уровня грунтовых вод располагается 4) гравитационный; в мерзлых лёссах он также выделил 5) криогенный комплекс. Для каждого вышеперечисленного комплекса Н.И.Кригер определил граничные значения влажности, связав их с «типоморфными категориями воды», оказывающими наибольшее влияние на свойства комплекса и свойства всей породы. Для малоподвижного комплекса эта влажность составляет величины $\leq 10\%$, для диффузионного 10-18%, а для капиллярного 18-25% [4].

Парагенетические комплексы воды в лёссах. Опираясь на современные представления о категориях воды в дисперсных грунтах, необходимо внести коррективы в парагенетические комплексы воды, выделенные ранее Н.И.Кригером. В частности, наряду с «малоподвижным» комплексом, обусловленным «прочносвязанной водой» (по Н.И.Кригеру), можно уточнить состав «диффузионного» и «капиллярного» комплексов, которые втроем и составляют парагенетические комплексы воды лёссов зоны аэрации.

Проведенные нами исследования фазового состава и содержания категорий воды в лёссах из ряда районов Таджикистана (окр. Душанбе, Колхозабада, Дангары и др.) и измерение при этом давления (капиллярно-сорбционного потенциала) влаги (P_e) в лёссах [1, 3] позволили уточнить «парагенетические комплексы воды» в них и границы между ними. Установлено, что основной типоморфной категорией «малоподвижного» комплекса воды в лёссах является связанная вода моно- и полимолекулярной адсорбции, а также вода капиллярной конденсации (рис.1, область 1).

Эта вода удерживается в лёссах давлением $P_e > 2,6$ МПа, а её максимальное содержание характеризуется максимальной гигроскопической влажностью (W_{mg}). Вода капиллярной конденсации удерживается в лёссах давлением $P_e = 2,6 - 0,1$ МПа, а её суммарное содержание вместе со связанной водой предыдущей категории характеризуется максимально-адсорбированной и капиллярно-конденсированной влажностью (W_{ma}). Абсолютная величина этой влажности для большинства лёссовых грунтов составляет величины в диапазоне 7-10% и в среднем составляет 8%. По данным Н.И.Кригера [4] эта граничная влажность у лёссов $\leq 10\%$ и близка к «влажности устойчивого завядания» в терминологии почвоведов. Данный комплекс воды обеспечивает максимальные значения просадочности лёссов.

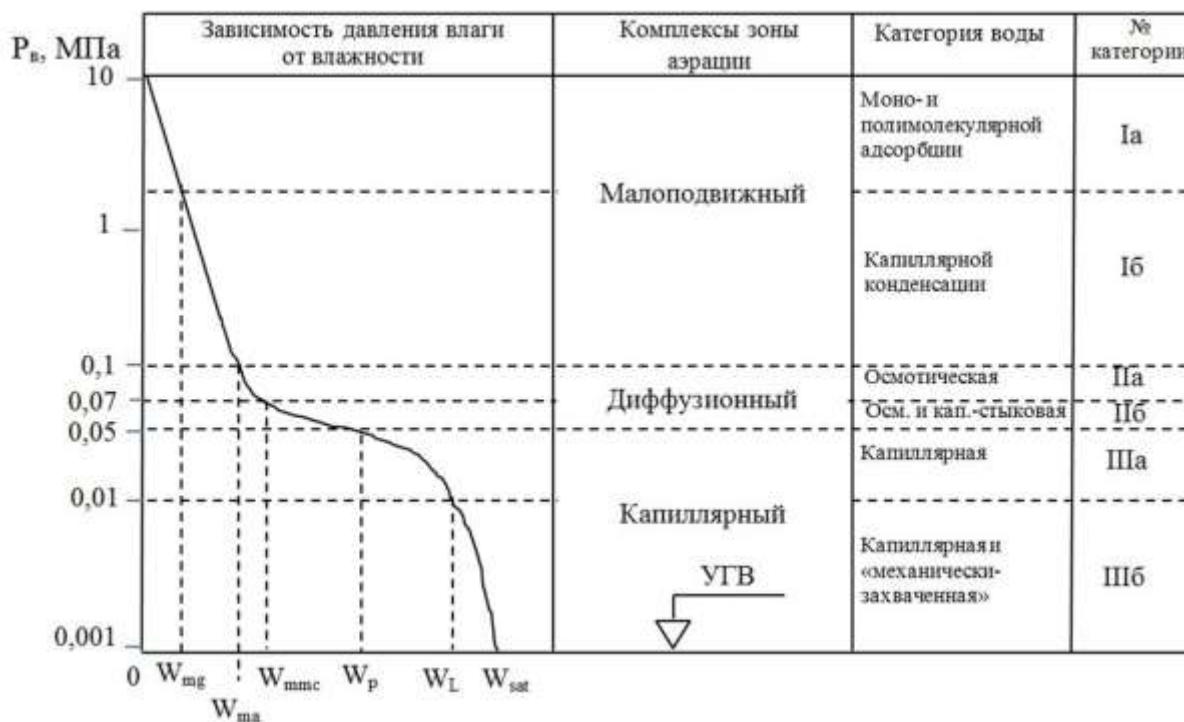


Рисунок 1 - Вертикальное распределение парагенетических комплексов воды в лёссах зоны аэрации; УГВ – уровень грунтовых вод; P_v – давление влаги

Второй парагенетический комплекс воды в лёссах, («диффузионный» по Н.И.Кригеру), обусловлен наличием осмотической и капиллярно-стыковой (или капиллярно-разобщенной) воды. Название этого комплекса – «диффузионный» вполне оправдано, т.к. передвижение этой влаги в лёссах происходит медленно в основном за счет диффузионного механизма под действием градиента давления влаги ($grad P_v < 0$), обуславливающего бародиффузию.

Н.И.Кригер считал, что диффузионный комплекс обусловлен наличием лишь осмотической воды («рыхло-связанной») [4]. Однако необходимо отметить, что в лёссах роль и доля осмотической воды весьма мала вследствие того, что в отличие от глин, в них нет условий для формирования развитого двойного электрического слоя (ДЭС). Осмотическая и капиллярно-стыковая вода в лёссах удерживается давлением $P_v = 0,1-0,05$ МПа, а её наибольшее содержание характеризуется влажностью нижнего предела пластичности W_p (по Н.И.Кригеру – «влажностью разрыва капилляров» в терминологии почвенно-гидрологических констант почвоведов). В вертикальном разрезе зоны аэрации пространственно этот комплекс располагается в самой верхней части капиллярной каймы (рис. 2, категории IIa и IIб). В пределах этого комплекса просадочность также остается высокой, но может незначительно снижаться.

Третий парагенетический комплекс воды в лёссах, капиллярный, обусловлен наличием двух категорий влаги: собственно капиллярной, составляющей значительную долю в разрезе зоны аэрации, а также «механически захваченной». Граничное наибольшее содержание воды этого парагенетического комплекса характеризуется полной влагоёмкостью грунта (W_{sat}). Абсолютное значение этой влажности у большинства лёссов лежит в пределах 23-34%, среднее значение

этой влажности по Н.И.Кригеру составляет 25%. Пространственно в разрезе зоны аэрации этот комплекс воды располагается в пределах капиллярной каймы (рис.2, категории IIIа и IIIб). Нижней его границей является уровень грунтовых вод, совпадающий с границей зоны аэрации. В пределах третьего комплекса просадочность лёссов обычно намного ниже, чем в предыдущих двух комплексах.

Лёссы зоны аэрации находятся в сложных термодинамических условиях: они подвергаются воздействию преимущественно вертикальных градиентов потенциалов переноса различной природы, вызывающих соответствующие процессы массо- и энергообмена. Среди них основное значение имеют температурный градиент ($\text{grad}T$), градиент давления влаги ($\text{grad}P_w$), градиент упругости паров воды ($\text{grad}P_n$) или влажности порового воздуха, градиент давления от веса вышележащих слоёв ($\text{grad}P$), градиент концентрации солей порового раствора ($\text{grad}C$).

Температурный градиент обуславливает термовлагоперенос – передвижение воды в порах неполностью водонасыщенного грунта от теплой к более холодной области [2, 3]. Этот процесс широко распространен в природных условиях вблизи дневной поверхности лёссовых грунтов зоны аэрации вследствие температурного градиента, направленного вертикально вниз (летом), либо вверх (зимой). Основными количественными показателями, характеризующими термовлагоперенос, являются коэффициенты влагопереноса D_w и термопереноса D_T , скорость перераспределения влаги через среднее сечение образца V , максимальный поток влаги q_{wT} , перепад влажностей между холодным и горячим торцами образца $(\Delta W)_{хг}$, доля перераспределенной влаги Σ_{wT} , а также термоградиентный коэффициент (δ).

На рис. 2 показана зависимость «влажностного» термоградиентного коэффициента (δ), характеризующего перепад влажности при изменении температуры на один градус для различных лёссовых грунтов от влажности, полученная по изотермам адсорбции в них влаги. Проведенные исследования подтвердили, что у лёссовых грунтов в процесс термовлагопереноса основной вклад вносит вода переходного типа (капиллярная, капиллярно-стыковая и осмотическая), относящаяся в основном к капиллярному парагенетическому комплексу. При этом огромное влияние на этот процесс оказывают капиллярные мениски на стыках частиц и микроагрегатов, морфология которых в целом определяется микроструктурой лёссов. Вода малоподвижного парагенетического комплекса вносит наименьший вклад в термовлагоперенос.

Наряду с термовлагопереносом в лёссах зоны аэрации перераспределение влаги происходит под влиянием испарения воды. Динамика процесса испарения с поверхности лёссов определяется внешними метеорологическими условиями (температура, относительное давление паров воды воздуха, скорость ветра и характер турбулентности воздушного потока), а также внутренними факторами, обусловленными составом, структурно-текстурными особенностями, физическими и физико-химическими свойствами лёссового грунта.

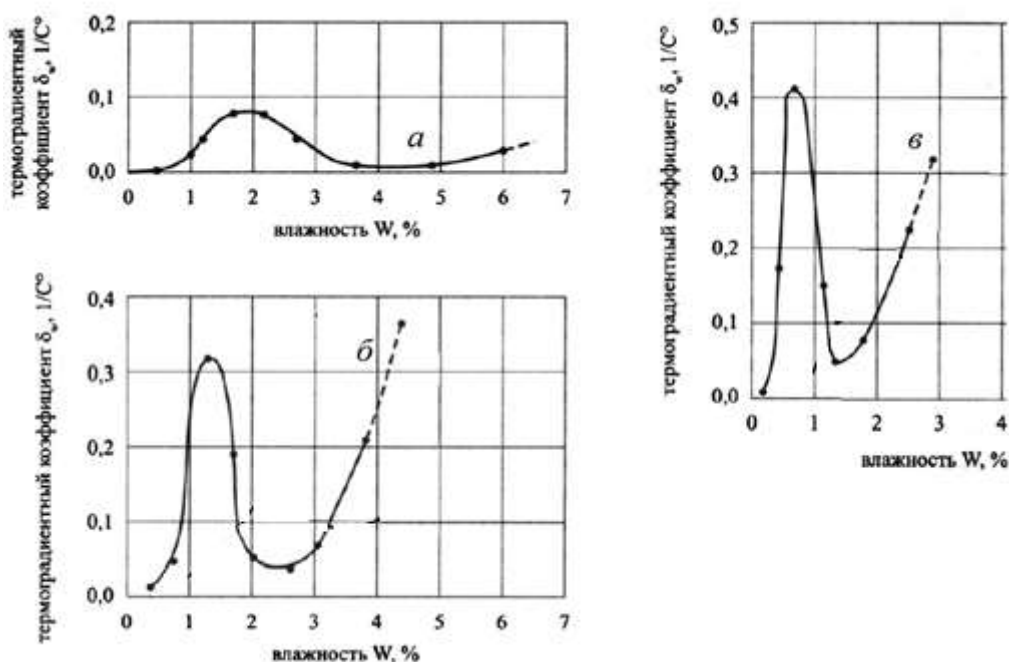


Рисунок 2 - Зависимость термоградиентного коэффициента (δ) лёссовых грунтов Таджикистана от влажности (W) в интервале температуры 1-20°C: *a* – тяжелый лессовидный суглинок (г. Душанбе); лёссовидные суглинки из районов: *b* – г. Дангара; *v* – г. Колхозабад.

Интенсивность испарения воды из лёссов при прочих одинаковых условиях определяется наличием конкретной категории воды в грунте: чем большим давлением удерживается воды в грунте, тем ниже интенсивность испарения этой влаги. Исследования показали, что наибольшая интенсивность испарения отмечается у лёссов, при наличии в них влаги капиллярного парагенетического комплекса, а наименьшая – при наличии малоподвижного комплекса.

Другим важным процессом переноса в лёссах зоны аэрации является солеперенос, который может быть обусловлен различными причинами, как природными, так и техногенными факторами. При испарении воды из лёссов зоны аэрации происходит вертикальная миграция солей порового раствора снизу вверх. В результате этого в верхней части зоны аэрации происходит засоление лёссов: на дневной поверхности (фронте испарения) выпадают кристаллы солей, которые существенно меняют микростроение грунта, закупоривают открытые до этого поры, препятствуют дальнейшему испарению влаги. В итоге на поверхности лёсса образуется своеобразная корка из солей.

Выводы. Проведенные исследования процессов массопереноса в лёссах позволили развить и уточнить представления Н.И.Кригера о парагенетических комплексах воды в лёссовых породах Таджикистана. Показано, что в лёссах зоны аэрации формируются три парагенетических комплекса воды связанного и переходного состояния, в которых участвуют шесть категорий влаги. В зависимости от наличия в толще зоны аэрации того или иного комплекса воды под действием градиентов температуры, давления, концентрации солей и др. протекают те или иные процессы влаго- и солепереноса. Вертикальное направление этих градиентов обуславливает в лёссах зоны аэрации анизотропию микростроения и свойств.

Литература

1. Злочевская Р.И., Королёв В.А., Кривошеева З.А., Минервин А.В., Богданов И.Я. О природе гидрофильности и сорбционных свойств лёссовых пород. - В кн.: "Генезис, просадочность лёссовых пород и методы их изучения". / Под ред. Г.А.Мавлянова. – Ташкент: "ФАН", 1985, с.271-282.
2. Королёв В.А., Федяева Е.А. Закономерности термовлагопереноса в лёссовых грунтах. - Инженерная геология. 2013. № 2. С. 62–70
3. Королёв В. А. Термодинамика грунтов / Учебник. — М.: ООО Сам полиграфист, 2016. — 258 с.
4. Сейсмические характеристики лёссовых пород в связи с геологическим окружением и техногенезом/Авт: Кригер Н.И. и др. – М.: Наука, 1980. - 104 с.

УДК 551.576. 551.521.3

МОНИТОРИНГ АЭРОЗОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЫ АТМОСФЕРЫ

Махмудов А.Н., Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Джураев А.М.
Физико-технический институт им.С.У.Умарова НАНТ
(г.Душанбе, РТ)

Аннотация. В данной статье приведены результаты анализа вариации аэрозольной оптической толщины (АОТ) по 63570 серий измерений, полученных с сайта АЭРОНЕТ г.Душанбе, лаборатории физики атмосферы ФТИ им.С.У.Умарова НАН Таджикистана.

Ключевые слова. аэрозоль, аэрозольная оптическая толщина, АЭРОНЕТ, сезонные изменения.

MONITORING THE AEROSOL OPTICAL THICKNESS OF THE ATMOSPHERE

Abstract. This article presents the results of an analysis of the variation in aerosol optical thickness (AOT) for 63570 series of measurements obtained on the AERONET website of Dushanbe, the laboratory of atmospheric physics of the Physicotechnical Institute named after S.U.Umarov, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan.

Keywords: aerosol, aerosol optical thickness, AERONET, seasonal changes.

На рисунке 1 представлено месячное изменение АОТ за период с июля 2010-го, декабрь 2017 года. Максимумы соответствуют периоду июнь по ноябрь месяцы ежегодно, а минимумы соответствуют январю по май ежегодно.

Высокие значения АОТ в атмосфере юго-центральной части страны можно объяснить пылевыми вторжениями с юго-западных границ, которые имеют дальний источник образования [1-4].

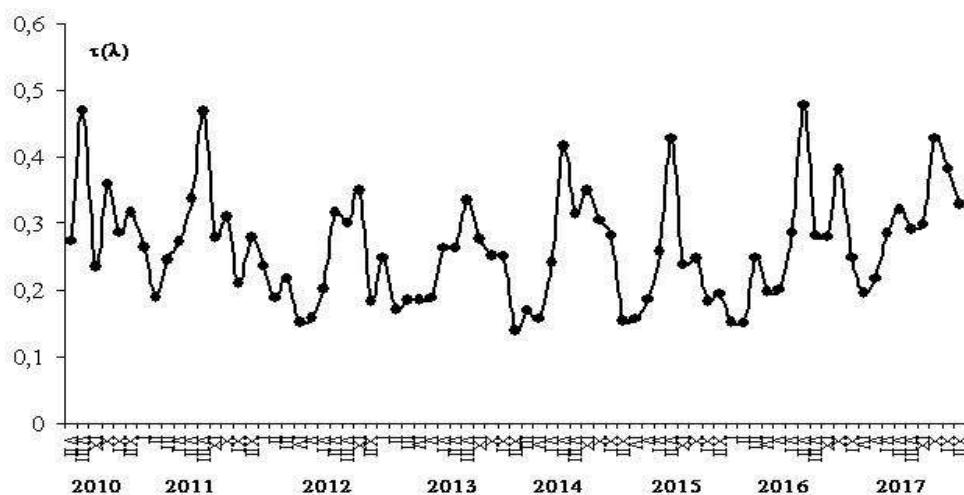


Рисунок 1- Месячная вариация АОТ в период 2010-2017гг.

В сезонной вариации АОТ (рис.2.) наблюдаются высокие значения в летне - осенний период 2010-2017гг. Осенне-летний период 2013 и 2015 г этого ряда более чистый, чем в другие годы, что возможно связано с уменьшением пылевых вторжений в эти годы.

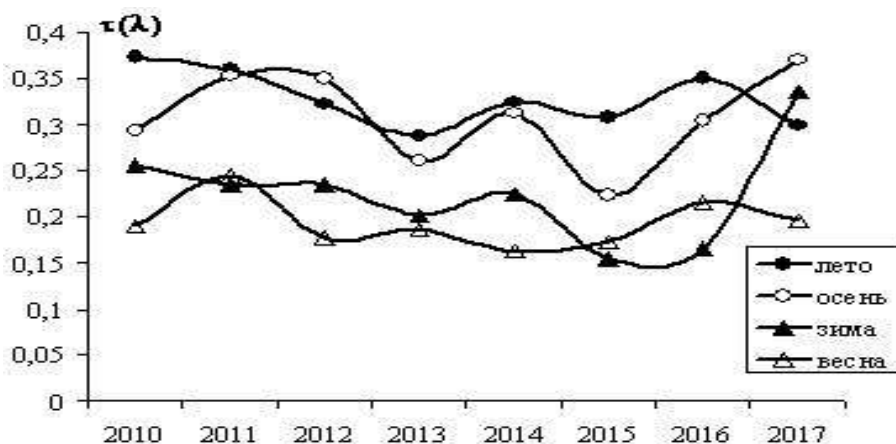


Рисунок 2- Сезонные вариации АОТ в период 2010-2017гг.

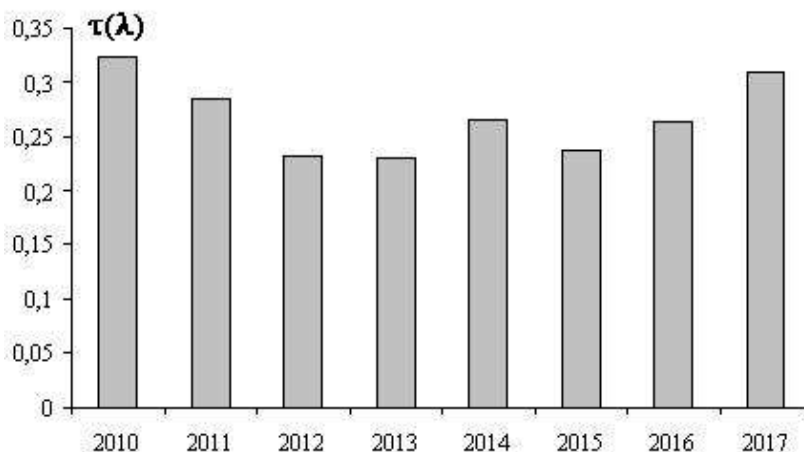


Рисунок 3 - Межгодовой вариации АОТ в период 2010-2017гг.

Согласно межгодовой динамике изменения АОТ (рис.3.) установлено, что в период 2010-2017гг самые загрязненные годы были 2010 и 2017, а самые чистые - 2012, 2013 и 2015 г., и, как можно заметить, наблюдается практически одинаковый уровень загрязнения. Рассчитанны коэффициенты корреляции между АОТ и содержанием водяного пара (0.37), параметр Ангстрема (-0.43) и среднегодовая температура (0.75). Ход изменения АОТ почвы повторяет динамику межгодового изменения среднегодовой температуры.

Литература

1. Назаров Б.И., Ивлев Л.С. Абдуллаев С.Ф. Исследования структуры и свойств пылевых и аэрозолеобразующих примесей в аридной зоне юго – восточных районов Центральной Азии и их влияния на региональный климат. Душанбе: Ирфон, 2015. - 482 с.
2. Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А. Бюллетень лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им. С. У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан (2010-2015гг). Душанбе: Дониш, 2016. - 172 с.
3. Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А. Динамические процессы при пылевых вторжениях в Центральной Азии Душанбе: Ирфон, 2016. - 362 с.
4. Назаров Б.И., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А. Атмосферный аэрозоль Центральной Азии. Душанбе: Дониш, 2017. - 416 с.

УДК 57.026

РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ПЛОЩАДЕЙ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЧАСТИ РЕКИ СЫРДАРЬЯ

Муртазаев Х.¹, Абдуллаев С. Ф.², Рахматов М. Н.¹,

*Худжандский государственный университет имени академика Б.Гафурова¹
(г. Худжанд, РТ)*

*Физико-технического института им. С. У. Умарова² НАН Т (г. Душанбе, РТ)
khatam.murtazaev@mail.ru*

Аннотация. Радиологическая ситуация на Северном Таджикистане является актуальной, так как на этой территории расположены десять крупнейших радиационных объектов бывшего СССР большой мощности, на огромной территории и высокой активности. До настоящего времени не все эти «объекты» реабилитированы, поэтому это считается тревожным фактором для населения, проживающего в зоне их влияния. С этой целью, мы, группа энтузиастов намерено определяли по отдельности влияние и ситуацию радиации для населения, проживающих на левобережной части, а затем правобережной реки Сырдарья в пределах Северного Таджикистана.

Ключевые слова: Сыр-Дарья, Канберра-1000, Радиологическая ситуация, Дигмай, радиоактивные хвостохранилище.

RADIOLOGICAL SITUATION OF SOME AREAS OF THE LEFT-BANK PART OF THE SYRDARYA RIVER

Abstract. *The radiological situation in Northern Tajikistan is relevant, modern and topical, since the ten largest radiation facilities of the former USSR are located on this territory - of great power, huge territory and high activity. Since so far not all of these "objects" have been rehabilitated, therefore, this is considered an alarming factor for the population living in the zone of their influence.*

Keywords: *Syr Darya, Canberra 1000, Radiological Situation, Digmai, Radioactive Tailing.*

Радиологическая ситуация — это актуальная проблема и наряду с проблемами социально-политического характера, энергетики и транспортных инфраструктур, а также миграционными и гуманитарными вопросами, относящаяся к факторам, определяющим стабильность в регионе [1, с. 12-14, 52-61.].

В масштабах отдельного государства «дефекты» от экологических рисков можно минимизировать под давлением природоохранных органов, властей, населения, с участием неправительственного сектора, например, выплатой компенсаций, переселением людей и т.д. Трансграничные влияния от разрушения экосистем на фоне дефицита правовой регламентации между соседними странами из-за отсутствия экономических, инспекционных, организационных, юридических инструментов не поддаются минимизации и компенсации [4]. Значимость проблем экорисков во время трансграничного загрязнения существенно возрастает в аварийных ситуациях, например, Чернобыль, Маяк (Челябинск) [2, 3].

На официальных встречах, международных конференциях, а также на различных форумах неправительственных организаций затрагиваются вопросы экологии [5], возникающие на стыках соседних государств, нами проведена определённая работа по анализу радиологической обстановки соседних районов Кыргызстана и Таджикистана.

Известно, что территории Кыргызстана и Таджикистана в основном состоят из горных массивов и в них много радиоактивно-рудных месторождений, промышленное освоение которых началось в сороковых годах 20-го века. Урановые месторождения Табошара, Майли-Суу, Уйгурсая и Адрасмана давали уже первые тонны промышленной продукции в середине 40-годов прошлого века. Затем их география значительно расширилась. Первичная обработка урана производилась на местах их добычи, а затем в г. Чкаловске выделялся технический уран [6].

Некоторые из радиоактивных хвостохранилищ дислоцированы на селеруслах (например, Майли-Суу, Адрасман), другие находятся вблизи населённых пунктов (например, Дигмай, около пос. Гозиён, «Отходы бедных руд» вблизи г. Табошара), а есть радиоактивные хвостохранилища и посреди городов (например, Гафуровский). Многие радиоактивные хвостохранилища покрыты инертным грунтом, другие нуждаются в реабилитации [6]. Вышеназванные радиоактивные объекты возникли многие десятилетия назад, и за прошедшие годы в результате атмосферных осадков, землетрясений, ветра и обвалов пород, часть радиоактивных материалов попали в биосферу, загрязняя пастбищные поля, плантации винограда, абрикоса и плодоносных территорий,

автодороги, участки жителей и вероятно мигрировали в реку Сыр-Дарья. В результате природных катаклизмов, разрушения радиоактивного хвостохранилища становятся катастрофическими, радионуклиды большой мощности могут попасть в реку Сыр-Дарья, в результате бассейн реки загрязнится до Аральского моря. Это будет радиоэкологическим бедствием Центрально-Азиатского масштаба. Кроме техногенных и антропогенных факторов загрязнения окружающей среды, население также «вносит свою лепту» в распространение радиоактивных материалов, производя на хвостохранилищах раскопки в поисках цветных, конструкционных и строительных материалов и продавая их ничего не подозревающим людям.

Так как республики Кыргызстан и Таджикистан географически являются соседями, поэтому по обе стороны границ иногда возникают слухи о радионуклидных загрязнениях их территорий. Для выяснения этой ситуации мы в течение нескольких месяцев проводили измерения общего радиационного фона приграничных территорий – Лайлякского (Кыргызстан), Дж. Расуловекого и Б. Гафуровского (Таджикистан) районов. Исследование общего радиационного фона названных районов продиктовано ещё и тем, что на территории Б. Гафуровского района имеются несколько крупнейших и одно открытое радиоактивное хвостохранилище, вероятные радионуклидные загрязнители биосферы. Такие же радиационные объекты расположены выше по рельефу в Ферганской долине на территории Кыргызстана.

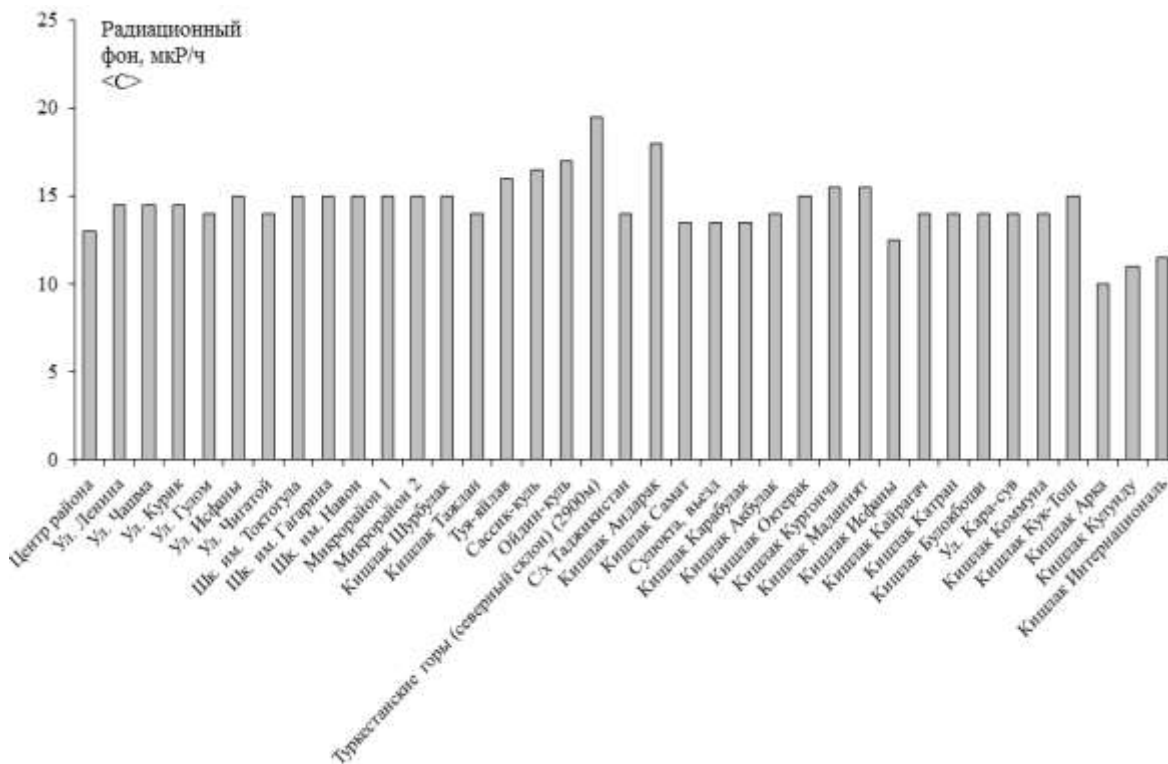


Рисунок 1 – Общий радиационный фон Лайлекского района

Измерение общего радиационного фона осуществлялось приборами СРП 68-01, Канберра-1000. Перед полевыми работами приборы проверялись от контрольного источника [6]. Съёмка общего радиационного фона велась пешим способом, на уровне 0,5 м от горизонта в географии от 300 до 3000 м над уровнем моря, в различных погодных условиях, времени суток и сезона года. Для лучшей статистики на каждой точке измерение проделали по 10-15 раз, усредняя последние. Результаты измерений общего радиационного фона Лайлякского, Дж. Расуловского и Б. Гафуровского районов даны на рисунках 1-2.

Результаты измерений составляют для районного центра Исфаны в среднем на уровне 12 – 14 мкР/ч, для горных местностей общий радиационный фон доходил до 18 - 22 мкР/ч. 50%-ное превышение уровня радиационного фона от среднеарифметической величины на высоте до 3000 м над уровнем моря, на наш взгляд, связано, очевидно, со вторичным космическим излучением или присутствием радиоактивных веществ в горных породах обследованной территории. Возможны и другие толкования этого отклонения.

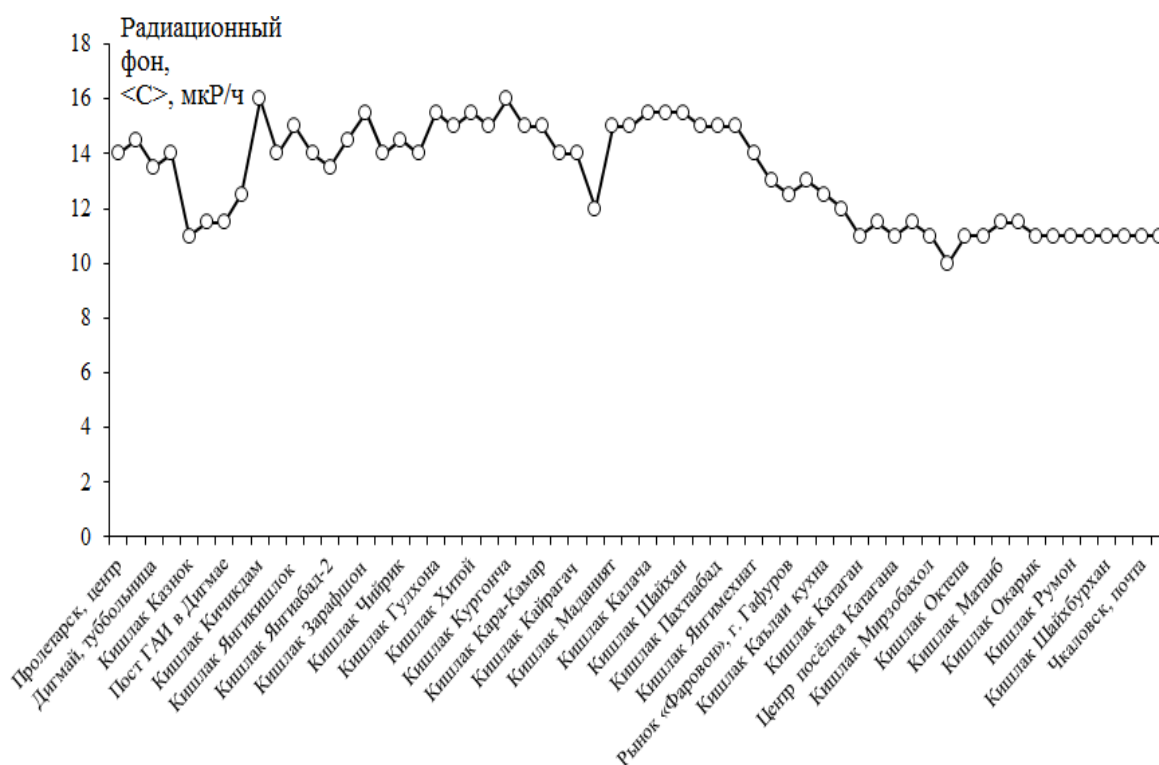


Рисунок 2 – Общий радиационный фон Дж. Расуловского и Б. Гафуровского районов

Измерение общего радиационного фона воздуха после сильных селевых дождей в исследованных местностях показало, что общий радиационный фон снижается на 10 - 15 % от среднеарифметического показателя этой величины по сравнению с безосадочными погодными условиями.

Объяснением этого отклонения может быть уменьшение взвешенных частиц в воздухе из-за осадков. С другой стороны, в пределах двух стандартных ошибок измерений эти величины совпадают со среднеарифметической величиной измерений.

Для Дж. Расуловского и Б. Гафуровского районов во всех измеренных точках общий радиационный фон за исключением радиационных хвостохранилищ Дигмайской «Чаши», Карты 1-9, Гафуровское составляло от 9 до 14 мкР/ч, что существенно меньше общего радиационного фона Лайлякского района на 10 – 20 % [2-4]. Что касается данных (рисунок 3) и высоких показателей фона до 600 мкР/ч, они связаны с высокоактивным и нереабилитированным радиоактивным хвостохранилищем «Дигмай».

Исходя из выше приведённых данных и анализов результатов измерений, можно утверждать, что слухи о том, что радиационные объекты Северную Таджикистан, дислоцированные недалеко от приграничных территорий Кыргызстана (Лайлякский район), являются загрязнителями воздушной среды, радионуклидами, беспочвенны. Зона расположения радиационных хвостохранилищ Б. Гафуровского района (Таджикистан) такова, что роза ветров уносит взвешенные частицы воздуха, а также пыль с поверхностного слоя «объекта» на западную или восточную от него сторону и не попадает на территорию Кыргызстана. Это подтверждается метеоданными географии хвостохранилища о том, что повторяемость направления ветра происходит со следующей частотой: востока 31, с юго-запада 42, а с севера и северо-запада по 1 раз в год. Значение скорости ветра, превышаемое в данной местности в среднем многолетнем режиме в 5% случаев – 9-15 м/сек.

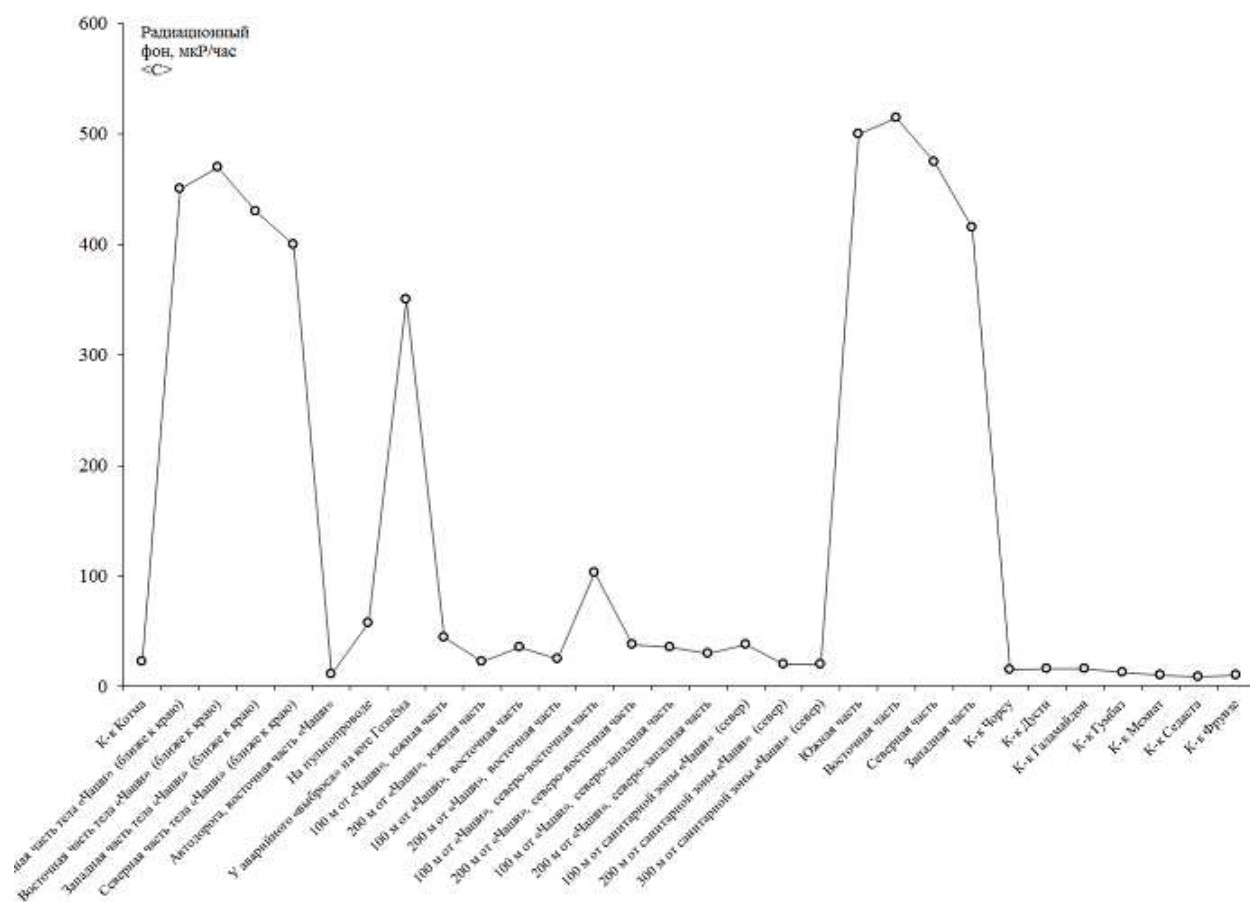


Рисунок 3 – Радиозоологические данные Дигмайской «Чаши»

Вывод. Таким образом, можно заключить, что трансграничный перенос радионуклидов между территориями указанных стран не существует и нет причин для беспокойства населения. Для определения миграции радионуклидов подземными водами необходимо провести их спектральный анализ, а также обследовать взвешенные частицы воздуха вокруг радиационных хвостохранилищ, особенно «Дигмайской Чаши», специальными разномикropорными фильтрами. Общий радиационный фон обследованных нами территорий в среднем равняется 15 мкР/ч и находится в пределах санитарно-допустимой дозы [7, 8].

Исследования по данной тематике для горных районов Северного Таджикистана продолжаются. Необходимо подчеркнуть, что создание системы мониторинга и центральной базы данных с доступом к информации представителей местных властей и неправительственного сектора было бы постоянным «возмутителем» радиационно-экологической ситуации трансграничных территорий.

Литература

1. Справочник по управлению в области охраны окружающей среды. Под ред. А. Штайнера, Г. Мартонаковой и С. Гузиовой. Братислава, ПРООН, 2003, – 376 с.
2. Возник В., Коваленко А. П., Троицкий С. Н. Чернобыль: события и уроки. Под ред. Е. Н. Игнатенко. М.: Политиздат, 1989, –278 с.
3. Восточно-Уральский радиоактивный след. Под ред. проф. В. Н. Чуканова. Екатеринбург, УрО РАН, 1998, –168 с.
4. Протокол о гражданской ответственности и компенсации за ущерб, причинённый трансграничным воздействием промышленных аварий на трансграничные воды. Нью-Йорк и Женева, ООН, 2004.
5. Окружающая среда и безопасность. ЮНЕП, ПРООН, ОБСЕ, Арендал, 2003. <http://www.envscc.org/>.
6. Муртазаев Х., Муртазаев А. Радиоактивные хвостохранилища Северного Таджикистана. Учёные записки ХГУ, Худжанд, №11, 2006. – С.50-55.
7. Закон РТ «О радиационной безопасности». Душанбе, Дониш, 2004, – С. 98-121.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы. Госкомсанэпиднадзор России, М.: 1996.

DETERMINATION OF THE MICRO-QUANTITY OF HEAVY ELEMENTS IN SAMPLES OF THE BIOSPHERE OF NORTH TAJIKISTAN

Kh. Murtazoev.¹, A. Murtazoev.¹, S.F. Abdullaev.², M. Rakhmatov¹

Khujand State University named after academician B. Gafurov¹ (Khujand, RT)

S.U.Umarov Physical-Technical Institute

National Academy of Sciences of Tajikistan², (Dushanbe, RT)

Abstract. *The harmful influence of ionizing of radionuclides on man's body requires constant control of their presence in biosphere. The most troublesome fact is when micro quantities of radionuclides exceed a sanitary admissible doze in food products. For the definition of the presence of some heavy β radionuclides of group Sr and Cs in everyday food products we conduct their regular investigations. According to the results of measuring we may say that contributions of heavy elements Sr and Cs in food products are in the limits of sanitary admissible norms. Still there are some goods, for example, tea, makaroni, fruit compotes where β radionuclides exceed the level of the norm for 20-50 %.*

Keywords: *radionuclides; strontium; cesium; sanitary norm; Northern Tajikistan.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОКОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОБАХ БИОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

Аннотация/ *Вредное воздействие ионизирующих радионуклидов на организм человека требует постоянного контроля их присутствия в биосфере. Наиболее неприятным является тот факт, что микронные количества радионуклидов превышают допустимую санитарную дозу в пищевых продуктах. Нами проводятся регулярные исследования по определению присутствия некоторых тяжелых β -радионуклидов группы Sr и Cs в повседневных пищевых продуктах. По результатам измерений можно сказать, что содержание тяжелых элементов Sr и Cs в пищевых продуктах находится в пределах санитарно-допустимых норм. Еще есть некоторые товары, например, чай, макароны, фруктовые компоты, где β -радионуклиды превышают уровень нормы на 20-50%.*

Ключевые слова: *радионуклиды, стронций, цезий, санитарная норма, Северный Таджикистан.*

Introduction. For the last years they sell the food products at markets of Northern Tajikistan brought from other countries and regions; these products are subjected to sanitary checking on the presence of β radionuclides of strontium, cesium, ruthenium, cobalt. It makes us troublesome, as the consequences of the exceeding of the admissible norms of the population. For the sake checking of the presence of the abovementioned elements (Sr and Cs) in bread and bread goods, meat and meat products, fish, melon field plants, fruits, tea, milk we selected them at the different markets of Northern Tajikistan (Murtazaev tal, 1996). After their due preparation for measuring we conducted the investigation on the presence of radionuclides Sr and Cs with β radiometer RKB4-1eM.

Experimental procedures and results. We prepared for measuring the selected samples of products tested. First of all, we minced them, then packed then into capacities for measuring.

The radiometer measures specific and volumetrically activity of nuclides $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{137}Cs , $^{144}\text{Ce}+^{144}\text{Pr}$, $^{106}\text{Ru}+^{106}\text{Rh}$, ^{60}Co in external environment, in milk, soil, bottom accumulations, vegetation. β radiometer is assigned for express measurements by the method of immediate of specific and volumetric activity of β - radiating radionuclides of the objects tested in the environment. A radiometer is applied for a complex sanitary-hygienic control of the objects of the environment in field and laboratory conditions range of the of $(1.9-3.7) 10^7 \text{ Bk/1 (Bk / kg)}$.

β radiometers has two blocs of blocs of detecting: BDJB-02 and BDJB-07 with different ability scintillators and sensitivity. Before the beginning of measuring we checked the working ability of apparatus RKB4-1eM and also functioning of the blocks of detecting from standard sources ^{137}Cs with intensiveness $J=1186\text{c}^{-1}$ and $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ with $J=26\text{c}^{-1}$ respectively. At every measurement we determined first background N_f with capacity. Then we packed the probe measured into the capacity and determined the quantity of the effect accounts plus background $-N_{\text{eff}}+f$. After that we calculated the magnitude of the effect: $N_{\text{eff}} = N_{\text{eff}}+f-N_f$. It is necessary to mark that the magnitude measured is a summary effect from all radionuclides containing in the probe. The apparatus possesses different sensitivity for different elements. Taking this effect into consideration we calculated the numbers of every account for every element of interest: Sr and Cs. At the end we transferred the quantities of accounts for the probe measured into Ku/kg or Ku/l . The results the measurements are delivered in table I. In the last column of the table there is delivered a sanitary admissible doze on cesium. As a rule, the observance of the sanitary admissible doze on cesium provides the observance of the norm on strontium.

Table 1-Results of Measuring Sr and Cs Micro quantity in Products.

Name of products	Micro quantities Ku/kg Sr or Ku/l Cs		Sanitary admissible doze on Cs Ku/kg or Ku/l
Jerker (fish)	$0,15 \cdot 10^{-8}$	$0,27 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Bream	$0,46 \cdot 10^{-8}$	$0,84 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Flour. Sort 1	$0,37 \cdot 10^{-8}$	$0,67 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Flour. Highest sort	$0,06 \cdot 10^{-8}$	$0,11 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Wheat	$0,43 \cdot 10^{-8}$	$0,78 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Rice	$0,21 \cdot 10^{-8}$	$0,38 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Drinking water	$0,96 \cdot 10^{-10}$	$1,29 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$
Green tea	$0,07 \cdot 10^{-8}$	$0,13 \cdot 10^{-8}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$
Potatoes	$0,21 \cdot 10^{-8}$	$0,38 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Carrots	$0,08 \cdot 10^{-8}$	$0,14 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Pea-nut	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$7,31 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Bread	$0,1 \cdot 10^{-8}$	$0,15 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$

Cabbage	$0,6 \cdot 10^{-10}$	$0,13 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Apricot compote	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$
Apricot juice	$5,8 \cdot 10^{-9}$	$0,44 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$
Plum compote	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$
Black tea	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$
Bulgarian capsicum	$5,8 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Tomatoes	$2,6 \cdot 10^{-9}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Pears	$3,1 \cdot 10^{-10}$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Beets	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Aubergines	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Apples	$2,8 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Grapes	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Onions	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Salt	$5,9 \cdot 10^{-8}$	$10,2 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Desicated fruits	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$

As it is seen from the table the microquantitis of Sr and Cs almost in all products don't exceed adminissable norms, but, however some probes show that in milk, onions β -activity on Cs exceeds the norm for 15-40%.

Conclusions. The given work is very important for our country as at the present time due to restoration jobs in the republic many services, including sanitary ones, don't function in full swing. On the other hand, concurrent or independent checking of food products on the presence of radionuclides included into the main food ratio of the population supplements state control and assists in prevention of diseases connected with radionuclides. As for the exceeding of the level of Sr and Cs microquantities in the products mentioned, in accordance with our recommendations the sale and spread of this load among the population is precluded.

Reference

1. Murtazaev Kh., Rustamova M., Abduvaliev A. (1996) β -radiation background in food products. Report teases of the scientific –theoretical conference of the scientists of Leninabad Region, 46-49, Khujand, Tajikistan.

ОПЫТ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ПЕСКОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ РАСТВОРОМ КОЛЛОИДНОГО КРЕМНЕЗЕМА

Пензев А.П.

МГУ имени М.В. Ломоносова (г. Москва, РФ)

anton.penzew@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрено преобразование песчаных грунтов при закреплении модифицированным раствором коллоидного кремнезема. Представлены основные параметры закрепленного песчаного грунта.

Ключевые слова: техническая мелиорация, инъекционная обработка песчаных грунтов, коллоидный кремнезем.

FIXING EXPERIENCE OF FLUVIAL-GLACIAL SANDS BY MODIFIED COLLOIDAL SISICA SOLUTION

Abstract. Described the transformation of sand soils, fixed by modified colloidal silica solution. Presented the main parameters of fixed sand soils.

Keywords: technological amelioration, chemical grouting of sand grounds, colloidal silica.

Введение. В настоящее время, вследствие экстенсивного развития строительства, все большее внимание уделяется проблемам искусственного улучшения свойств грунтовых массивов путем применения методов технической мелиорации. Основной проблемой применения методов технической мелиорации является их сложность, дороговизна и экологическое влияние на окружающую среду.

Коллоидный кремнезем. Коллоидный кремнезем относится к стабильным дисперсиям или золям, состоящим из дискретных частиц аморфного кремнезема. Только в последние 10-15 лет коллоидный кремнезем начал использоваться в качестве инъекционного материала. Неорганические полимеризационные вяжущие, к которым и относится коллоидный кремнезем, по существу, практически не токсичны. Коллоидный кремнезем не вызывает нежелательных экологических последствий, в отличие от растворов силиката натрия, которые могут привести к выщелачиванию кремневой кислоты, щелочи, а также солей натрия, прежде всего содового ряда, которые относятся к 3 классу токсичности и могут проявлять токсичность в специфических условиях [6].

Основные результаты. Исследования проводились на флювиогляциальном песке среднеплейстоценового возраста (fg-Q_{II} был отобран из скв. № 23 г. Москва (Щукинский дюкер), глубина отбора 10 м. Песок средней крупности по ГОСТ 25100-2011 [2], однородный, средне-крупнозернистый слабо-отсортированный (по классификации Е.М. Сергеева) [4], $d_{60}/d_{10} = 2,5$. Плотность частиц составляет $2,66 \text{ г/см}^3$, песчаные зерна представлены преимущественно кварцем (содержание

86%), на долю калиевого полевого шпата приходится 7%, плагиоклаза 6%, кальцита 1%, также наблюдаются следы роговой обманки.

Определение состава водной вытяжки проводилось в соответствии с ГОСТ 26423-85 [3]. Значение pH грунта составляет 6,5. Анионы представлены HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Преобладают анионы HCO_3^- и составляют 0,99 мг-экв/100г, Cl^- – 0,03 мг-экв/100г, SO_4^{2-} – 0,001 мг-экв/100г.

Катионы представлены Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$. Содержание Ca^{2+} составляет 0,01 мг-экв/100г, Mg^{2+} – 0,01 мг-экв/100г, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ – 0,06 мг-экв/100г.

Раствор коллоидного кремнезема был модифицирован алифатической эпоксидной смолой марки ДЭГ-1, отличительной способностью которой является хорошая растворимость в воде. Отверждение происходит при взаимодействии с полиэтиленполиамином (ПЭПА). Гелеобразование происходит в результате присоединения аминогрупп с разрывом эпоксидного кольца, наблюдается процесс поликонденсации. Различные соотношения смолы и отвердителя позволяют регулировать время гелеобразования в пределах от первых минут до 4 часов.

В процессе исследования нами был подобран состав рабочего раствора, представляющего из себя смесь коллоидного кремнезема с 7,5 %-ой концентрацией, органической эпоксидной алифатической смолы и отвердителя ПЭПА, в соотношении 3:1:0,16 (рис. 1).

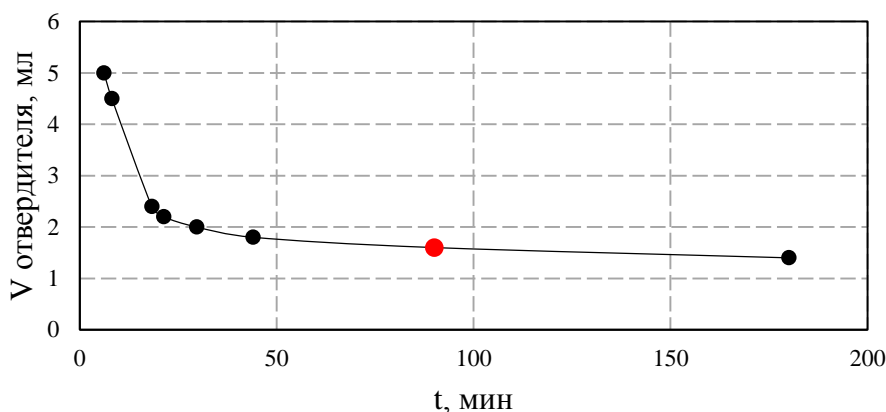


Рисунок 1 - График зависимости времени гелеобразования от объема отвердителя

Раствор подобного вида был использован Ларионовой Н.А., Воронкевичем С.Д, Сергеевым В.И. и др. при тампонировании основания Рогунской ГЭС [5].

Вязкость раствора определяет возможности применимости для грунтов различной проницаемости.

Наиболее применимыми для песчаных грунтов являются ньютоновские жидкости с малой вязкостью, чем и является наш рабочий раствор.

Проведенные исследования показали, что вязкость раствора практически не изменяется на протяжении 85 минут, время гелеобразования составило 90 минут, в первые 85 минут вязкость изменяется в пределах $\mu = 1,1-1,6$ сП, в последующие пять минут значение данного параметра резко возрастает до $\mu = 6,8-7,0$ сП, что характеризует момент гелеобразования (рис. 2).

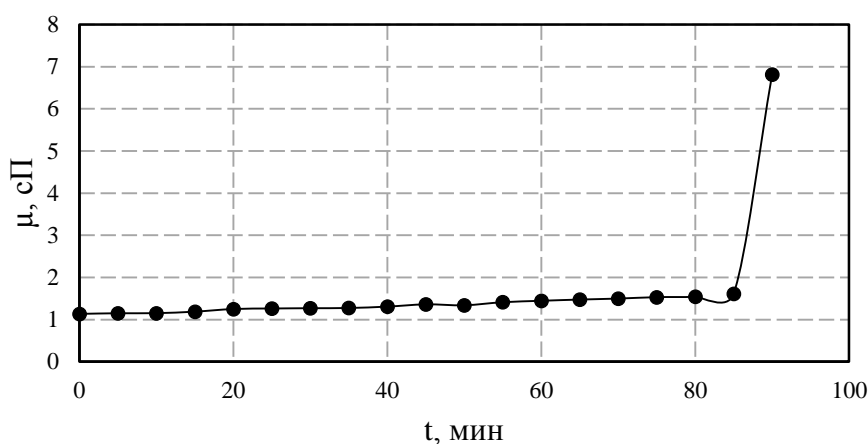


Рисунок 2 - График изменения относительной вязкости (сП) во времени.

На 90% времени вязкость раствора остается практически неизменной, поэтому по классификации Р. Брюса его можно отнести к незволюционирующим ньютоновским жидкостям [1].

В процессе проведения лабораторных исследований было замечено, что процесс полимеризации происходил с выделением большого количества тепла. Как известно, повышение температуры, сопровождающееся усилением броуновского движения, приводит к сокращению времени гелеобразования.

При измерении температуры экзотермической реакции температура внешней среды составляла 20-22 °С, резкое повышение температуры геля наблюдалось в первые минуты, после чего происходило его постепенное остывание (рис. 3).

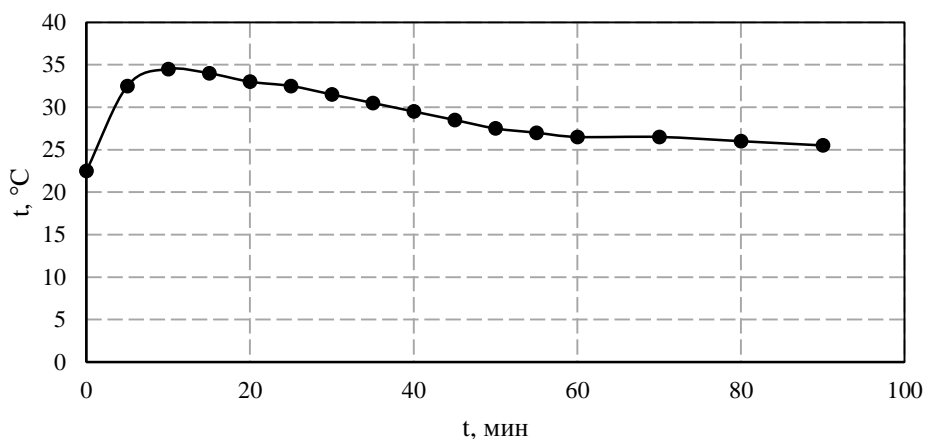


Рисунок 3 - Изменение температуры экзотермической реакции в зависимости от времени

Набухание – увеличение объема в водонасыщенной обстановке, в основе которого лежит возникновение сил расклинивающего давления различной природы на границе твердой и жидкой фаз [1].

В процессе проведения лабораторных исследований было установлено, что образцы водонасыщенного геля характеризуются значениями свободного

набухания в 16-20 %, в свою очередь образцы закрепленного грунта характеризуются значениями свободного набухания в пределах 0,3-1,0 %.

В процессе испытания образцов на прочность на одноосное сжатие нами испытывались образцы геля и закрепленного грунта в воздушно-сухом и водонасыщенном состояниях. Испытания на одноосное сжатие проводились с заданной периодичностью, каждые 7 суток.

При испытании на прочность закрепленного грунта в воздушно-сухом состоянии (рис. 4) прочность на одноосное сжатие спустя час с момента гелеобразования составила 0,7 МПа, спустя неделю значение $\sigma_{сж}$ возросло до 0,84 Мпа, через две недели с момента гелеобразования прочность возросла до 0,9 МПа.

Дальнейший набор прочности происходил постепенно, прочность образцов варьировалась в пределах 1,02-1,05 МПа.

При испытании на прочность закрепленного грунта в водонасыщенном состоянии (рис. 5) прочность на одноосное сжатие спустя час с момента гелеобразования составила 0,7 МПа, спустя неделю значение $\sigma_{сж}$ снизилось до 0,53 Мпа, спустя две недели до 0,5 МПа. Дальнейшая потеря прочности происходил постепенно, прочность образцов варьировалась в пределах 0,45-0,47 МПа.

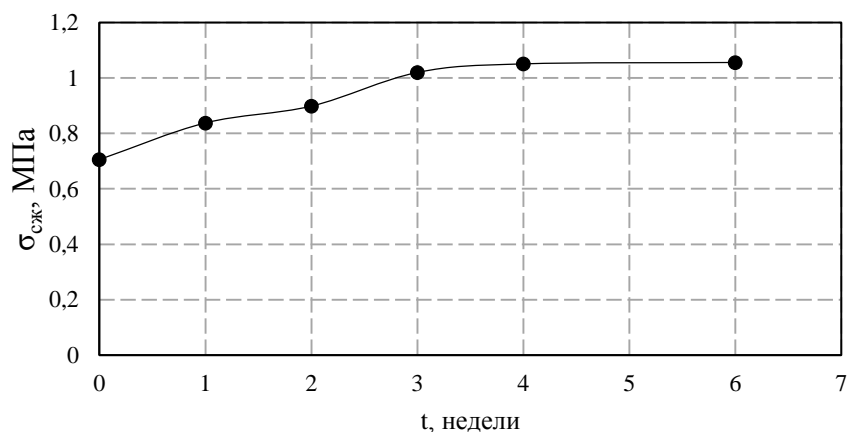


Рисунок 4 - Изменение во времени прочности воздушно-сухого закрепленного грунта $\sigma_{сж}$

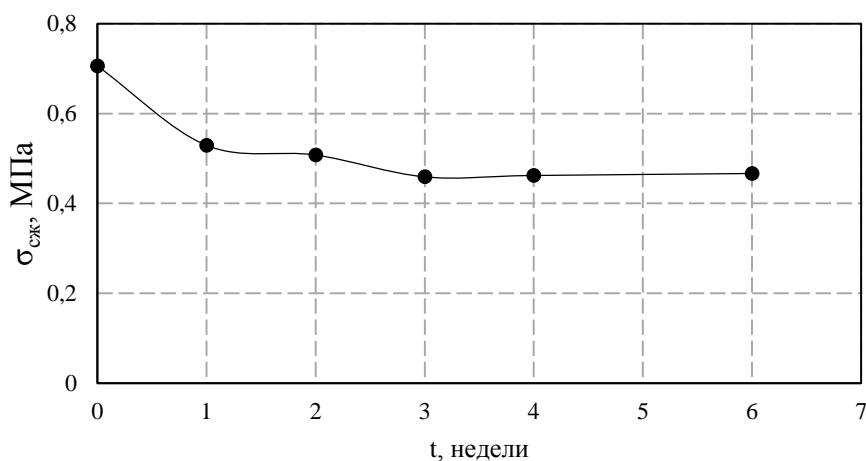


Рисунок 5 - Изменение во времени прочности водонасыщенного закрепленного грунта $\sigma_{сж}$

Заключение. В процессе проведенного исследования был определен состав рабочего раствора, который обладает наилучшими свойствами для закрепления песков различного гранулометрического состава. Применение данного раствора позволяет сочетать в себе экономическую целесообразность и эффективность инъекционных технологий, вследствие довольно низкой вязкости раствора и достаточного времени гелеобразования. Обеспечивает хорошую прочность закрепления, а также является экологически безопасным материалом для использования в гражданском строительстве. Применение данного рабочего раствора ниже уровня грунтовых вод является целесообразным лишь в качестве тампонажного раствора.

Литература

1. Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. – М.: Научный мир, 2005. – 504 с.
2. ГОСТ 25100–2011г. Грунты. Классификация. – М.: МНТКС, 2012. 29 с.
3. ГОСТ 26423–85 – ГОСТ 26428–85. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки. – М., Изд-во стандартов, 1985.
4. Лабораторные работы по грунтоведению: Учебное пособие / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: КДУ, Университетская книга, 2017. – 654 с.
5. Ларионова Н. А., Воронкевич С. Д., Евдокимова Д. А., Емельянов С. Н. и др. / Опыт применения инъекционного раствора на основе эпоксидной смолы для уплотнения скальных осадочных пород в районе створа Рогунской ГЭС // *Гидротехническое строительство*. — 1981. — № 10. — С. 15–18.
6. Самарин Е.Н. Кислотно-основная буферность дисперсных грунтов как основа физико-химического регулирования вяжущими их поглотительной способности // дис. ... д.г.-м.н. М., 2017. 389 с.

УДК 551.521.3,583

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Рахматов М. Н.¹, Абдуллаев С. Ф.², Маслов В. А.²

*Худжандский государственный университет им. академика Б.Гафурова¹
(г. Худжанд, РТ)*

*Физико-технического института им. С. У. Умарова НАНТ² (г. Душанбе, РТ)
muhamadi.rahmatov@yandex.com*

Аннотация. На основе экспериментальных данных определен геохимический индекс (I_{geo}) загрязнения (ГИЗ) почв Северного Таджикистана, что позволило оценить степень загрязненности почв тяжелыми металлами (ТМ). Экологическая интерпретация ГИЗ показала, что почва на территории вокруг Дегмайского хвостохранилища сильно загрязнена особо опасными металлами: свинцом ($I_{geo}=3.28$, сильно загрязненная), мышьяком ($I_{geo}=3$) и цинком ($I_{geo}= 4.34$, экстремально сильно загрязненная). Высоким уровнем загрязнения

мышьяком ($I_{geo} = 3.77$, весьма неблагоприятное состояние) характеризуется также Спитаменский район. Загрязнение почвы другими ТМ умеренное ($1 < I_{geo} \leq 2$), либо еще более слабое ($0 < I_{geo} \leq 1$).

Ключевые слова: геохимический индекс загрязнения, тяжелые металлы, цинк, свинец, мышьяк, особо опасные элементы, Согдийская область.

GEOCHEMICAL EVALUATION OF HEAVY METAL CONCENTRATION IN SOIL SAMPLES IN THE SOGDIAN REGION

Abstract. Based on experimental data, the geochemical index (I_{geo}) of pollution of soils in northern Tajikistan was determined. This made it possible to assess the degree of soil contamination with heavy metals. An environmental interpretation of the geochemical pollution index showed that the soil in the territory of the Degmay tailing dump is heavily contaminated with especially hazardous metals: lead ($I_{geo} = 3.28$, highly polluted). For arsenic ($I_{geo} = 3$) and zinc ($I_{geo} = 4.34$, extremely heavily contaminated). Spitamen region is characterized by a high level of arsenic pollution ($I_{geo} = 3.77$, a class of very unfavorable conditions). The remaining HM soil is moderately contaminated ($1 < I_{geo} \leq 2$) or at a level to moderately contaminated ($0 < I_{geo} \leq 1$).

Key words: geochemical pollution index, heavy metals, zinc, lead, arsenic, especially dangerous elements, Sogd region.

Существуют различные комплексные критерии оценки загрязнения почв тяжелыми металлами: предельно допустимые концентрации вещества (ПДК), коэффициент концентрации химического вещества, суммарный показатель загрязнения, содержание органических и неорганических веществ различных классов опасностей, интегрированный индекс загрязнения и другие величины. Одним из наиболее часто применяемых параметров качества экологического состояния окружающей среды является геохимический индекс загрязнения (ГИЗ) или индекс геоаккумуляции (I_{geo}), дающий количественную оценку загрязнения почв, который разработан в Европе и нашел широкое применение при геохимических исследованиях почв во всем мире [1-3]. В нашей работе при исследовании проб почв определялась концентрация тяжелых металлов в пробах почв и вычислялся ГИЗ с последующим определением классов загрязнения для районов Согдийской области.

Для расчета используется концентрация ТМ в мелкой фракции (менее 1 мм) почв C_n и региональная фоновая концентрация металла B_n , которую определяют по данным специальных исследований, ГИЗ рассчитывается по формуле:

$$I_{geo} = \log_2(C_n / 1,5 * B_n),$$

Выделяют 6 классов ГИЗ для почв [3] (см. табл.)

Таблица – 1. Классы ГИЗ (I_{geo}) для качества почв [3].

класс	значение I_{geo}	качество почвы
0	$I_{geo} \leq 0$	практически незагрязненная
1	$0 < I_{geo} \leq 1$	от незагрязненных до умеренно загрязненных
2	$1 < I_{geo} \leq 2$	умеренно загрязненная
3	$2 < I_{geo} \leq 3$	от умеренно до сильно загрязненных

4	$3 < I_{geo} \leq 4$	сильно загрязненная
5	$4 < I_{geo} \leq 5$	экстремально сильно загрязненная
6	$I_{geo} \geq 5$	крайне сильно загрязненная

Приведенные в таблице сведения способствуют выделению наиболее загрязненных районов.

1-й уровень характеризует слабо загрязненные почвы.

2-й уровень загрязнения отражает умеренную техногенную нагрузку. Она соответствует зоне экологического риска и характеризуется загрязнением донных отложений ТМ на уровне 2 и 3 I_{geo} классов;

3-й уровень – высокая техногенная нагрузка, соответствует зоне экологического кризиса.

4-й уровень – крайне высокая техногенная нагрузка, соответствующая зоне экологического бедствия и характеризуется экстремально сильным загрязнением почв на уровне – I_{geo} класса.

Проведенные нами исследования (табл., рис.1 и 2.) показали, что основное внимание следует уделять изучению загрязнения почв элементами первого класса опасности (Pb, Zn и As).

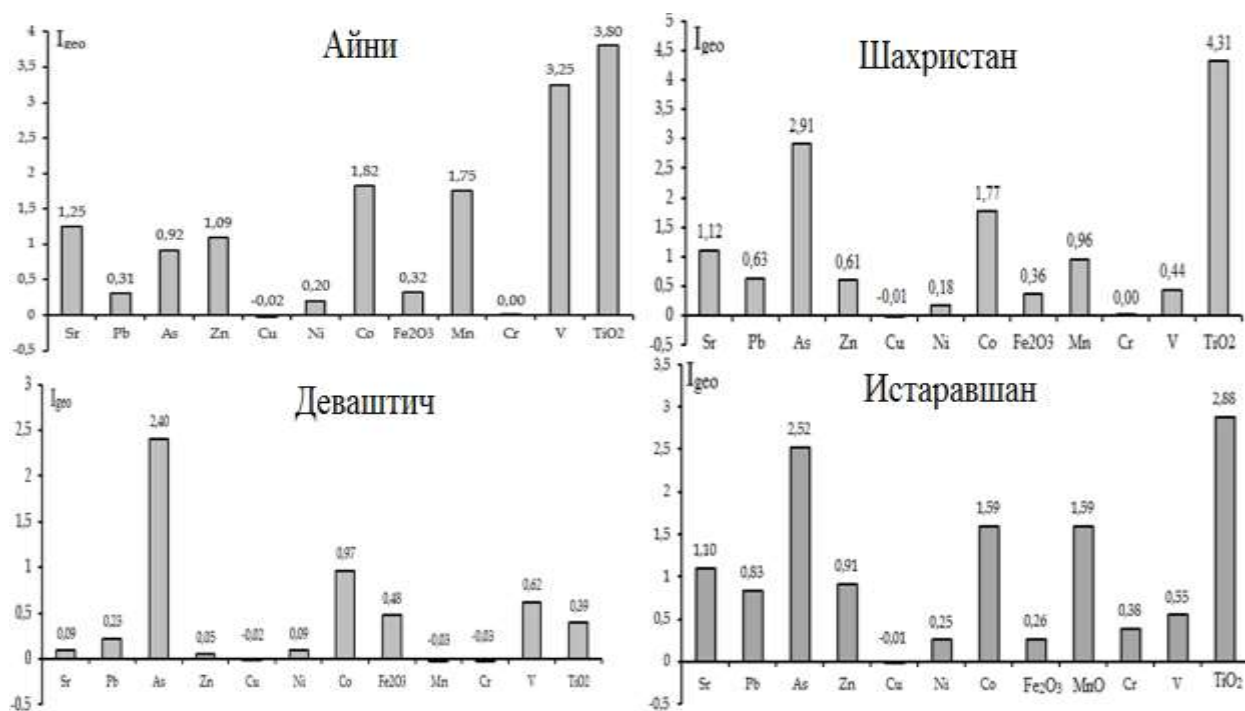


Рисунок 1 – Геохимическая оценка содержания ТМ в пробах почв

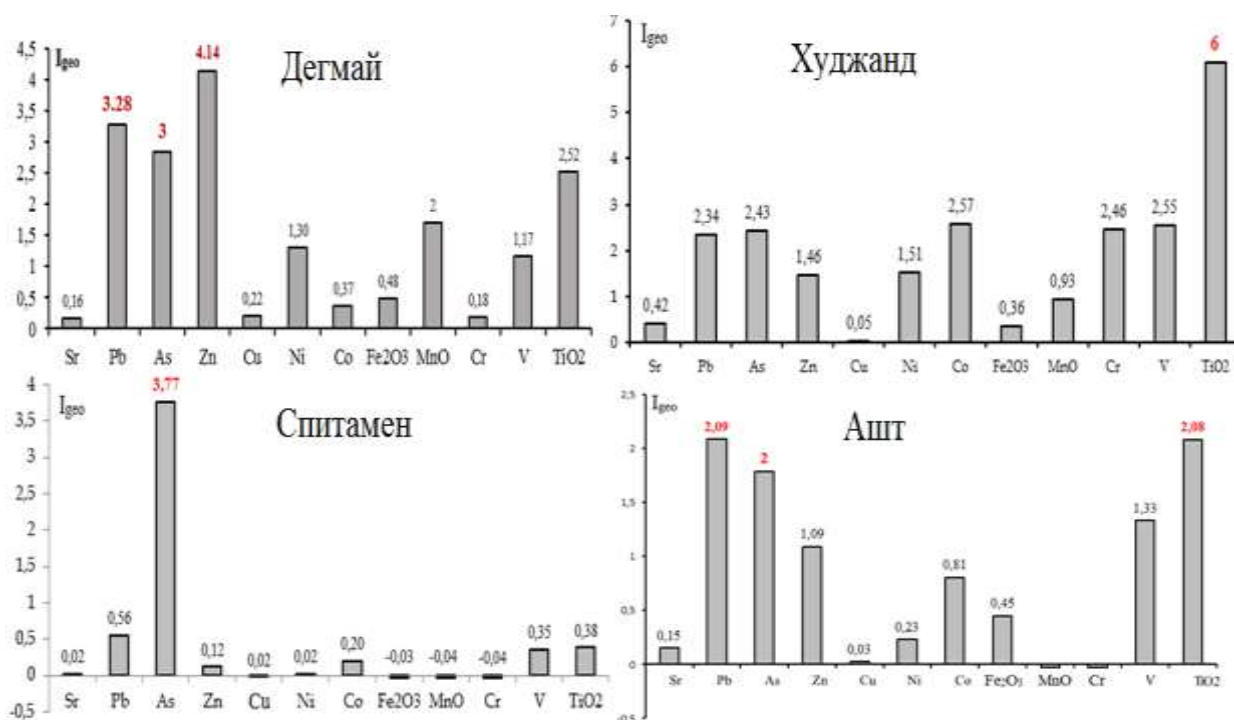


Рисунок 2 – Геохимическая оценка содержания ТМ в почвах Северного Таджикистана

Выводы: Анализ полученных значений геохимического индекса (I_{geo}) позволил оценить загрязнение почв районов Северного Таджикистана ТМ. Расчёт ГИЗ и выявление классов загрязненности показывает, что территория вокруг Дегмайского хвостохранилища является наиболее сильно загрязненной металлами первого класса опасности: свинцом ($I_{geo}=3.28$, сильное загрязнение), мышьяком ($I_{geo}=3$) и цинком ($I_{geo}=4.34$, экстремально сильное загрязнение). Высоким уровнем загрязнения мышьяком ($I_{geo}=3.77$, весьма неблагоприятное состояние) характеризуется также Спитаменский район. Почва Деваштичского района, по геохимической оценке, сильно загрязнена мышьяком. Уровень загрязнения почвы другими тяжелыми металлами умеренный ($1 < I_{geo} \leq 2$), либо еще более слабый ($0 < I_{geo} \leq 1$) (см. рис.1,2). Проведенное исследование показало, что геохимический индекс загрязнения является эффективным критерием степени загрязненности почв тяжелыми металлами. Однако для полноты картины экологического состояния почв области необходима более широкая база репрезентативных данных по составу почв, то есть более детальные данные из как можно большего числа населенных пунктов всех районов области.

Литература

1. Ван Мансвелт Я.Д. Мюллер Д. Биогеохимические основы экологического нормирования. - *Аграрная наука*, 1994, т.4, №22, с.5.
2. Forstner U., Muler G. Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments geochemical background, man's influence and environmental impact. - *Geojournal*, 1981, pp. 417–432.
3. Müller G. Schwermetalle in den sediment des Rheins-Veränderungen seit Uruschan, 1979, № 79, pp. 329-352.

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В ПОЧВАХ РАЗНЫХ РЕГИОНОВ МИРА

Рахматов М. Н.¹, Абдуллаев С. Ф.², Маслов В. А.²

*Худжандский государственный университет им. академика Б.Гафурова¹
(г. Худжанд, РТ)*

*Физико-технического института им. С.У. Умарова НАНТ² (г. Душанбе, РТ)
muhamadi.rahmatov@yandex.com*

Аннотация. *Приведены результаты исследования по определению содержания свинца в пробах почв Северного Таджикистана и сравнение результатов измерений. Чтобы сопоставить уровень загрязнения свинца по Северному Таджикистану с другими регионами мира, приведены данные о среднем содержании свинца в пробах почв.*

Ключевые слова: *свинец, почва, атмосферный аэрозоль, СПЕКТРОСКАН МАКС G*

LEAD CONTENT IN SOILS OF DIFFERENT REGIONS OF THE WORLD

Abstract. *The results of a study to determine the lead content in soil samples of Northern Tajikistan and a comparison of the measurement results are presented. To compare the level of lead pollution in Northern Tajikistan with other regions of the world, data on the average lead content in soil samples are presented.*

Keywords: *lead, soil, atmospheric aerosol, SPECTROSCAN MAX G*

Введение.

Свинец – один из наиболее распространенных загрязнителей тяжелых металлов в почве. Свинец в почву может поступать при переносе воздушных масс от промышленных загрязнителей и от использования тетраэтилсвинца в качестве присадки к бензину. При высоких концентрациях он токсичен для человека и большинства других форм жизни, поэтому необходимо контролировать содержание свинца в экосистемах, особенно городских. Свинец в почву поступает из нескольких источников. В промышленных зонах основным источником накопления Pb в почве является осаждение Pb, выбрасываемого в атмосферу из плавильных цехов. Вдоль автомагистралей свинец, в основном, от выхлопных газов. В жилых районах основным источником загрязнения являются краски на основе свинца, используемые для окраски домов. Хотя свинец в газе и краска на основе свинца в настоящее время запрещены, свинец имеет способность сохраняться в почве и воде в течение длительного времени. Поэтому существует серьезная опасность воздействия свинца в почвах.

Основной **целью** данного исследования была оценка концентрации свинца в почвах Согдийской области и сравнение результатов измерений. Чтобы сопоставить уровень загрязнения свинца по Северному Таджикистану с другими регионами мира, приведены данные о среднем содержании свинца в пробах почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Пробы почвы отбирались согласно методике программы ICP-Forests с июня 2013 г. Для анализа отбирался верхний (1 – 2 см) слой почвы с площадки 40x40 см². При сборе образцов фиксируются координаты места сбора проб,

производится упаковка в пластиковый или стеклянный сосуд, маркировка и транспортировка в лабораторию для дальнейшего изучения. Пробы очищаются в лабораторных условиях от инородного материала и размельчаются до порошкообразного вида, затем просеиваются через сито с сеткой 1 мм, упаковываются в стеклянные сосуды для хранения и исследований. Такая методика отбора проб обеспечивает анализ мелкодисперсной фракции почв, включающей осажденный атмосферный аэрозоль.

Элементный анализ проб проводился в лаборатории физики атмосферы методом рентгенофлуоресцентного анализа [15,16] по стандартной методике [17-20].

Методика анализа объектов окружающей среды реализована с помощью рентгенофлуоресцентного кристалл-дифракционного сканирующего спектрометра "СПЕКТРОСКАН МАКС G", имеющем сканирующий канал модели «G». Спектрометр «СПЕКТРОСКАН МАКС G» комплектуется Государственными стандартными образцами типичных черноземов, красноземной почвы, сероземов карбонатных и дерново-подзолистой супесчаной почвы. При проведении анализа также использованы справочные и методические материалы ООО "НПО Спектрон" (г. Санкт-Петербург).

На рис. 1 приведены средние концентрации свинца в пробах почв Северного Таджикистана, которые характеризуют эти районы по содержанию свинца в почве. Наибольшее содержание Pb (34 ppm) – зафиксировано в почвах г. Худжанда. В остальных районах среднее содержание Pb ниже ПДК (32 мг/кг).

На рис. 2 приведены сводные данные о загрязнении свинцом почв в разных странах. В целом, уровни концентрации Pb в почвах, изученных в ходе настоящего исследования, достигают ПДК и в значительной степени отличаются от других исследований по всему миру. Содержание свинца не превышает уровня ПДК, если не включены данные по почве вокруг Дигмайского хвостохранилища и вокруг горнодобывающего предприятия, расположенных на территории Адрасмана. Средние концентрации Pb в почвах Северного Таджикистана, включая Адрасман и Дигмай, в 4 раза превышают уровень ПДК. Среднее содержание свинца существенно отличается и не достигает уровня ПДК (обозначен красной линией (Рис. 2)). Среднее содержание свинца в почвах Северного Таджикистана ниже, чем в почвах Китая и Авеллино (Италия), Ибадана (Нигерия) и Голуэ, Мадрида и Витебска. Отличия концентраций свинца в разных регионах мира связаны с воздействующими факторами, например, типом горных пород, интенсивностью движения транспорта, микроклиматическими условиями и др.

Особенно важны наиболее загрязненные области, т.е. те, где находятся горнодобывающие и горно-обогатительные предприятия и их отвалы. Представляет интерес сравнение полученных нами результатов по среднему содержанию свинца в промышленных районах с данными по другим загрязненным районам Центральной Азии.

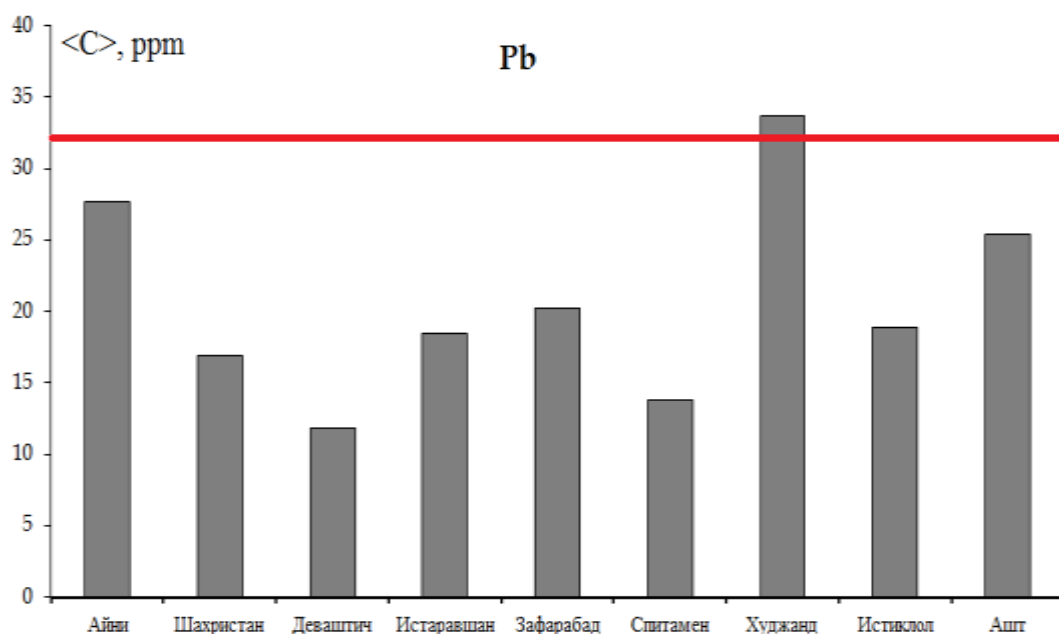


Рисунок 1– Средние содержания Рb в пробах почв Северного Таджикистана

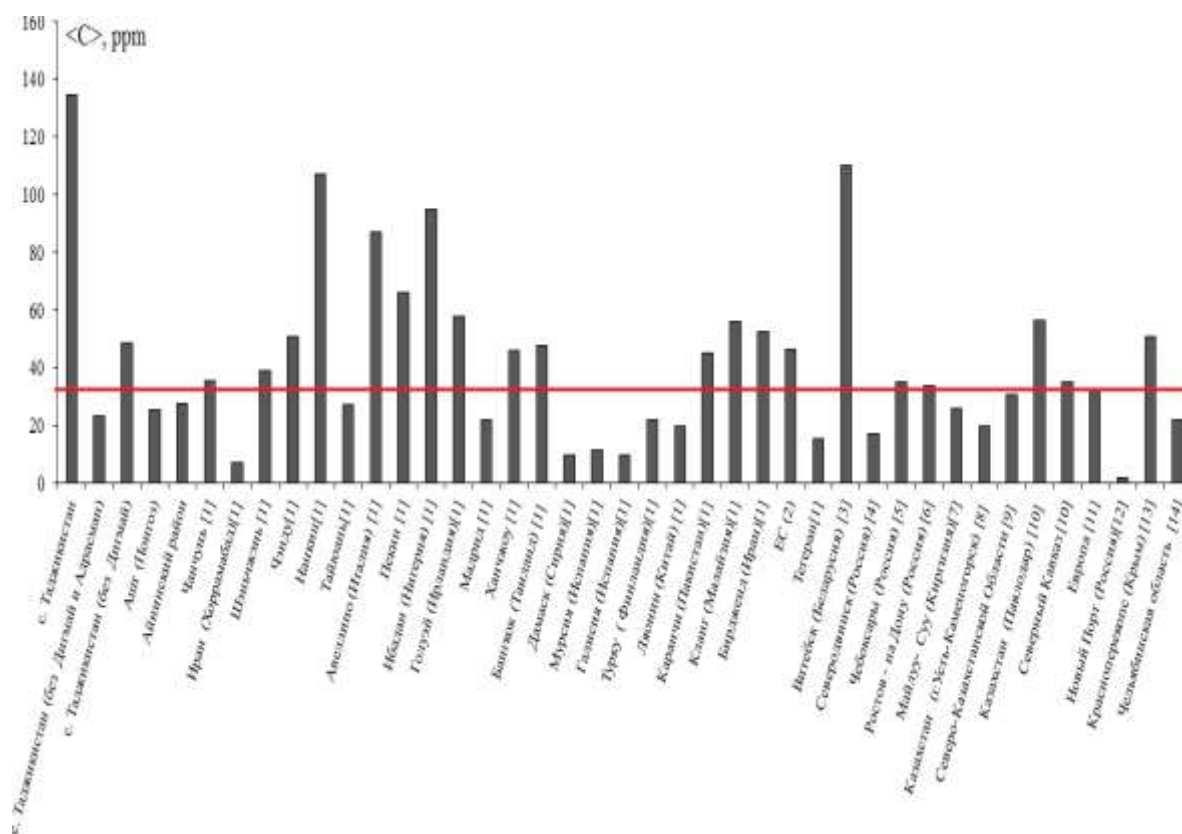


Рисунок 2 – Содержание Рb в пробах почв разных регионов мира

Автором [20] обнаружены (рис. 3) аномально высокие концентрации Рb (2000 ppm) на территории горнодобывающего предприятия Алтын-Топкан.

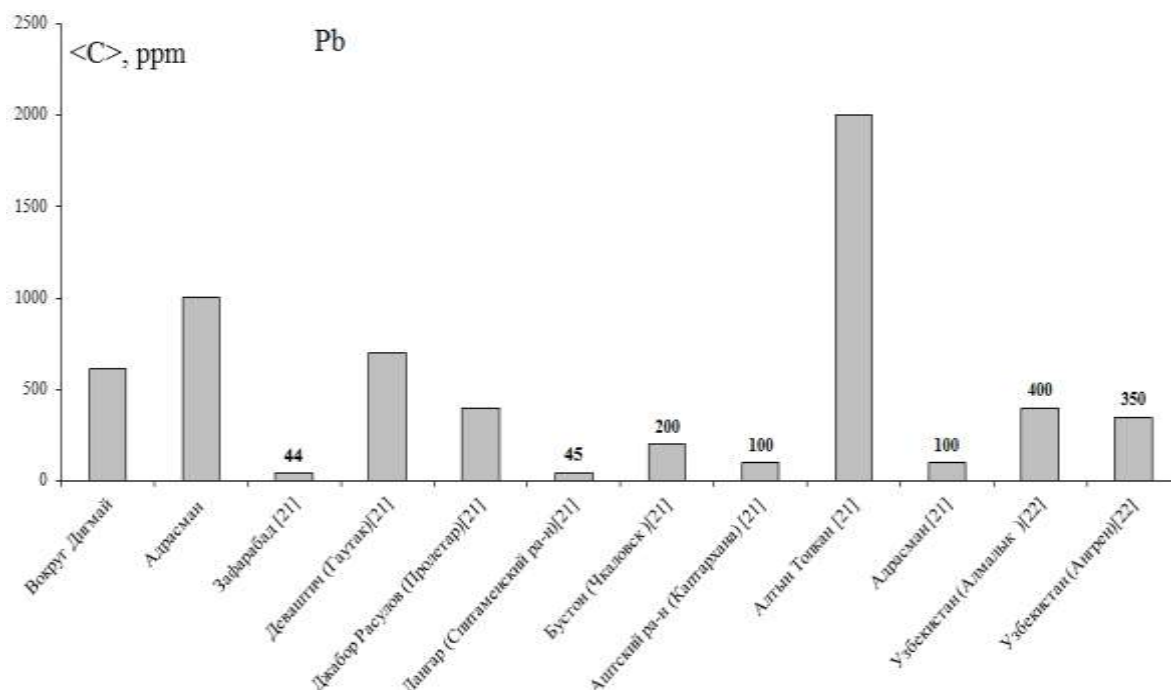


Рисунок 3 – Содержание Pb в пробах почв разных регионах мира

Литература

1. Solgi, E. Assessment of Lead Contamination in Soils of Urban Parks of Khorramabad / E. Solgi, R. Konfni // *Iran, Health Scope*. 2016.- 5(4): e36056. doi: 10.17795/jhealthscope-36056.
2. Gergely, T. Maps of heavy metals in the soils of the European Union and proposed priority areas for detailed assessment / T. Gergely T, T. Hermann, G. Szatmari, L. Pasztor // *Science of the Total Environment*, №565.-2016.-P. 1054–1062.
3. Иванов, В. С. Роль промышленных предприятий в формировании загрязнения почвенного покрова кобальтом, медью, свинцом / В. С. Иванов, О. А. Черкасова // *Гигиена и Экология*, 2011. - С.143-151.
4. Зальвская, О.С. Свинец в системе почва – древесное растение в урбанизированной среде / О.С. Зальвская, С.В. Хрущева, Н.А. Бабич .- ISSN 0536 – 1036. ИВУЗ. «Лесной журнал». 2009. № 1. - С. 39-43.
5. Кольцова, А. Н. Исследование загрязнения тяжелыми металлами почв города Чебоксары / А.Н. Кольцова, В.В. Сироткин. -ВЧУ. - 2004. -С.108-115.
6. Капралова, О.А. Изменение биологических свойств почв г. Ростова-на-Дону при загрязнении тяжелыми металлами / О.А. Капралова // *Политематический сетевой электронный научный журнал Научный журнал КубГАУ*, №80(06), 2012 г. [Электронный ресурс. дата обращения 24.02.2020. <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/02.pdf>.].
7. Кармышова, У.Ж. Концентрация химических элементов в почвенном покрове урановой биогеохимической провинции Майлуу-Суу / У. Ж. Кармышова // *Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана*. - 2014. - №. 1.- С. 96-99.
8. Болуспаева, Л.С. Тяжелые металлы в почвах города Усть-Каменогорска Республики Казахстан / Л.С. Болуспаева, М.С. Панин // *Сибирский экологический журнал*. -2012. -№6. - С.803-810.

9. Доскенова, Б. Б. Экологическая оценка аэротехногенного загрязнения тяжелыми металлами Северо-Казахстанской области Республика Казахстан: автореф. дисс. к-та Наук. 03.02.08 / Доскенова Бану Бейсенова. - Омск, 2010. -20 с.
10. Панин, М. С. Эколого-геохимическая характеристика почв г. Павлодара Республики Казахстан / М.С. Панин, Э.А. Гельдымамедова // Вестник ТГУ. - 2006. - №292. - С. 171-177.
11. Geochemical Atlas of Europe Режим доступа: <http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/>. [Электронный ресурс. дата обращение 03.03.2020].
12. Томашунас, В. М. Содержание тяжелых металлов в почвах полуострова Ямал и острова Белый / В. М. Томашунас, Е.В. Абакумов // Гигиена и Санитария, т. 93. -№6.-2014.- С. 26-31.
13. Евстафьева, Е.В. Содержание тяжелых металлов в почвах селитебных территорий Республики Крым / Е.В. Евстафьева и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. т. - 329. - № 10. - С. 19–29.
14. Семенова, И.Н. Содержание тяжелых металлов в почве окрестностей карьеров Челябинской Области / И.Н. Семенова, Г.Я. Биктимерова, Г.Р. Ильбулова, Г.Т. Исанбаева // Журнал Современные проблемы науки и образования. - №2.- 2015.- 561 с.
15. Блохин М. А. Методы рентгеноспектральных исследований / М. А. Блохин. – М. : ГИТА, 1959, 386 с.
16. Eugene P. Bertin. Introduction to X-Ray Spectrometric Analysis. Plenum Press, New York - London, 1978,485 p.
17. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1989, 62 с.
18. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа - Свидетельство Госстандарта РФ № 2420/53-2002.
19. Свидетельство Госстандарта РФ №2420/62-2001 МУК утв. 16.05.03 №4.1. 1354-03).
20. Ширкин Л. А. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды: учеб. пособие - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 60 с. – ISBN 978-5-89368-919-8.
21. Рахимов, А. И. Гидрогеоэкологические особенности вододефицитных районов Таджикистана / А.И. Рахимов // Известия вузов (Кыргызстан).- №8 .- 2014.- С. 47-50.
22. Зияева, М.А. Экологическая обстановка в Узбекистане / М.А. Зияева // Материалы 9-й Международной научно-практической конференции. - РУДН. Москва. -2015.- С.147-152.

СОСТОЯНИЕ ЛЕДНИКОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА АГРАРНЫЙ СЕКТОР РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Рахматова Ш.И., Норова Н.

Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе (г.Душанбе, РТ)

Аннотация. Статья посвящена проблеме изменения экологической обстановки, вызванной потеплением климата. Большое количество ледников Памира исчезли, уменьшили границы крупные ледники. Проблема рационального использования водных ресурсов в аграрном секторе Республики Таджикистан может быть решена внедрением искусственного орошения сельскохозяйственных земель.

Ключевые слова: климатические изменения, искусственное орошение, рациональный, водные ресурсы, таяние ледников, пресная вода, снежные запасы.

CONDITION STATUS OF GLACIERS AND THEIR IMPACT ON THE AGRICULTURE OF TAJIKISTAN

Abstract. The article is devoted to the problem of changes in the environmental situation caused by climate warming. A large number of Pamir glaciers disappeared, and large glaciers reduced the boundaries. The problem of rational use of water resources in the agricultural sector of the Republic of Tajikistan can be solved by the introduction of artificial irrigation of agricultural land.

Keywords: climate change, artificial irrigation, rational, water resources, melting glaciers, fresh water, snow reserves.

Международные конференции и форумы, проводимые под эгидой ООН «Вода для жизни», свидетельствуют о важности и неотложности решения ряда проблем, связанных с водными, стратегически важными ресурсами нашей планеты.

Проблема водных природных ресурсов Таджикистана не может рассматриваться изолированно в связи со спецификой трансграничных рек регионального масштаба, а также процессами глобальных изменений всех сфер человеческой деятельности.

Известно, что на планете Земля 97% всех водных ресурсов – это соленая вода и только 3% - пресная, а питьевая вода – это всего 1% всех водных запасов земли. В среднем один человек потребляет 800 кубометров воды в год, но, следует иметь в виду, что население планеты выросло в два раза, а потребление воды в 6 раз. Использование грязной воды приводит к серьезным заболеваниям, от которых ежегодно умирает более двух миллиардов людей, 70% сельскохозяйственных земель находится под угрозой засухи [1].

Не теряя надежды, Президент Республики Таджикистан, выступая на Международной конференции по региональному сотрудничеству в бассейнах трансграничных рек, отметил, что «по объективным показателям наша планета

располагает достаточными запасами воды для того, чтобы мы смогли обеспечить «водную безопасность» для всех». Однако, продолжает Президент, «реальностью это станет только тогда, когда мы в соответствии с новыми требованиями жизни изменим концептуальные подходы к управлению водными ресурсами» [2].

Таджикистан - страна с богатыми водными ресурсами с 8492 ледниками общей площадью 8476 кв. км. Самый большой ледник - Федченко. Его объем 144 куб. км. Второй по величине ледник - Грум-Гржимайло, его площадь – 143 кв.км. На высоте более 2500 м. находятся все ледники и самые важные снежные запасы Республики Таджикистан. Вместе с тем, наблюдаемый в последние годы процесс потепления, вызывает таяние ледников и снежных запасов. Сегодня учет данных дает примерную оценку деградации ледникового покрова: 20% за счет таяния и исчезновения мелких ледников. Мало сократились крупные узлы оледенения Памира на больших высотах (4500-7000м). Более устойчивы к потеплению ледники северных экспозиций. К примеру, ледник Федченко с начала XX века отступил на 1км. и потерял около 5 куб. км. льда. Зеравшанский ледник отступил на 2.5 км [3].

Тревожная ситуация, вызванная потеплением климата и как следствие таянием ледников, ведет к неблагоприятным изменениям гидрологического режима рек. Это, в свою очередь, может иметь серьезные последствия, как для людей, так и для экономики, в том числе и для сельского хозяйства.

Вероятность интенсивного таяния ледников и снега в летний период может привести к образованию ледниковых озер, которые могут создавать страшные селевые потоки.

Потепление климата привело к исчезновению более тысячи ледников. На фоне изменений климата в XX веке ледники Таджикистана потеряли более 20 кубических километров льда. Особую обеспокоенность вызывает тот факт, что увеличение температур в Таджикистане будет иметь место и в будущем. Это будет влиять на природные ресурсы, здоровье населения и развитие экономики.

В своем последнем Послании к Маджлиси Оли Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон отметил, что «нынешняя ситуация ледников требует принятия совместно с международными и региональными структурами мер, в том числе и направлении экспедиций по исследованию ледников. Эта проблема является важной в перечне приоритетных научных исследований в РТ». (2, с.12) Ряд Постановлений, Указов Правительства РТ говорят о постоянной работе в этом направлении: Государственная программа «Об изучении и сохранении ледников Таджикистана на период 2010 - 2030 годы»; государственная программа «Реформа водного сектора Республики Таджикистан на 2016-2025 годы»; «Концепция рационального использования и

защиты водных и энергетических ресурсов», утвержденная Правительством Республики Таджикистан 01 декабря 2001 г. № 551.

Во всем мире проблема рационального использования водных ресурсов стала одной из важных. Она связана с важными социально-экономическими задачами.

В республике Таджикистан рациональное использование водных ресурсов имеет огромное значение для аграрного сектора. Опыт рационального использования воды некоторых стран мира (Сингапур, Израиль и др.), не обладающих богатыми водными ресурсами, показывает, что высокоэффективные технологии в орошаемой земледелии, могут дать ощутимые результаты повышения урожайности сельскохозяйственных структур. В условиях климатических особенностей Республики Таджикистан водохозяйственная отрасль занимает важную роль в обеспечении сельского хозяйства оросительной водой. Поэтому искусственное орошение в Таджикистане – это особый фактор повышения продуктивности аграрного сектора, который будет снижать его зависимость от климатических условий.

Литература

1. Гаврилюк А., Ярошенко В. Памир. Москва. «Планета». 1987.
2. Выступление Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона. Материалы Международной Конференции по региональному сотрудничеству в бассейнах приграничных рек. Душанбе, Таджикистан, 2005.
3. Исакулов Ш. Водосбережение: чудесные свойства гидрогелей. Ташкент, 2015.

УДК 911.375.62/630.91

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПОСТСОВЕТСКИХ СТОЛИЦАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В 1992-2018 ГГ.

Титова Л. А.

МГУ имени М.В. Ломоносова (г. Москва, РФ)

titova_la@yahoo.com

Аннотация. На примере шести городов Центральной Азии – Алматы, Ашхабада, Нур-Султана, Душанбе, Бишкека и Ташкента рассмотрена трансформация «зеленой инфраструктуры» в 1992-2018 гг. Зеленая инфраструктура рассматривается как фактор обеспечения устойчивого развития городов.

Ключевые слова: зеленая инфраструктура, озеленение, растительность, городское планирование.

TRANSFORMATION OF GREEN INFRASTRUCTURE IN THE POST-SOVIET CAPITALS OF CENTRAL ASIA IN 1992-2018

Abstract. The transformation of green infrastructure during 1992–2018 was analyzed for six Central Asian cities, i.e. Almaty, Ashgabat, Nur-Sultan, Dushanbe, Bishkek and Tashkent. Green infrastructure is considered as a factor for the sustainable development of a cities.

Keywords: green infrastructure, greening, vegetation, urban planning, Central Asia.

Введение. Зеленая инфраструктура (ЗИ) городов Центральной Азии, изначально располагаясь в неблагоприятных с точки зрения озеленения природных условиях, в 1990-е годы при сокращении объемов и изменения структуры городской экономики, кризиса прошлых градостроительных практик, оказалась в очень уязвимом положении. Дополнительным фактором, усугубившим ситуацию, стал быстрый рост численности населения из-за его притока из сельских районов, спровоцировавший экспансию застройки за пределы городских границ.

В связи с этим целью данного исследования стал анализ характера и масштабов трансформации зеленой инфраструктуры в столичных городах постсоветских стран Центральной Азии в 1992 – 2018 гг.: Алматы, Ашхабад, Бишкек, Душанбе, Нур-Султан, Ташкент.

В данной работе зеленая инфраструктура - совокупность незастроенных участков городской территории различного размера и функционала, которые сохраняют природные ценности и функции экосистем, а также обеспечивают связанные с этим выгоды для населения [3].

Методы и принципы исследования. Для исследования ЗИ использовались космические снимки Landsat поколений 4,5,7,8 за 1992-2018 годы, полученные с сервиса EarthExplorer Геологической службы США [1], векторные данные геопортала OpenStreetMap, литературные и интернет-источники. Исследование проводилось в несколько этапов с использованием данных дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования в программе ArcGIS 10.3 (см. рисунок 1).

Основные результаты. Исходя из определения ЗИ как совокупности незапечатанных поверхностей [2], в ее состав в столичных городах Центральной Азии входят следующие элементы: 1) уличное и внутриквартальное озеленение, 2) квартальные парки и скверы, 3) городские парки, 4) сельскохозяйственные земли, 5) земли запаса, 6) водные объекты, 7) охраняемые природные территории, 8) леса, 9) водно-болотные угодья, 10) кладбища, 11) зеленый пояс. Они образуют две группы: городское, уличное и внутриквартальное озеленение (элементы 1-3, 7-9,11) и прочие элементы (4-6, 10) (пример на рисунке 3).

Доля совокупной ЗИ от площади города в 2018 г. составила от 32-35 (Душанбе, Ташкент) до 72% (Нур-Султан, Ашхабад).

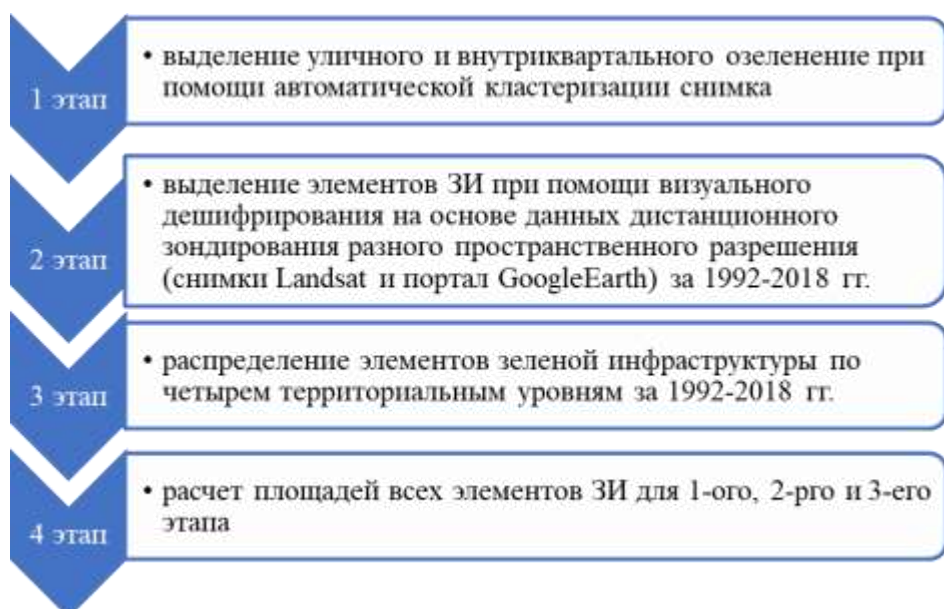


Рисунок 1 – Этапы исследования зеленой инфраструктуры

Во всех городах этот показатель по сравнению с 1992 г. сократился, при этом максимальное сокращение произошло в Алматы (18%), Нур-Султане и Душанбе (по 13%). Соотношение между двумя группами элементов ЗИ свидетельствует – городское озеленение и в 1992, и в 2018 гг. играло и играет наиболее высокую роль в ЗИ Ташкента и Бишкека (60-80% в разные года). Минимальна его роль в Ашхабаде – менее 5%.

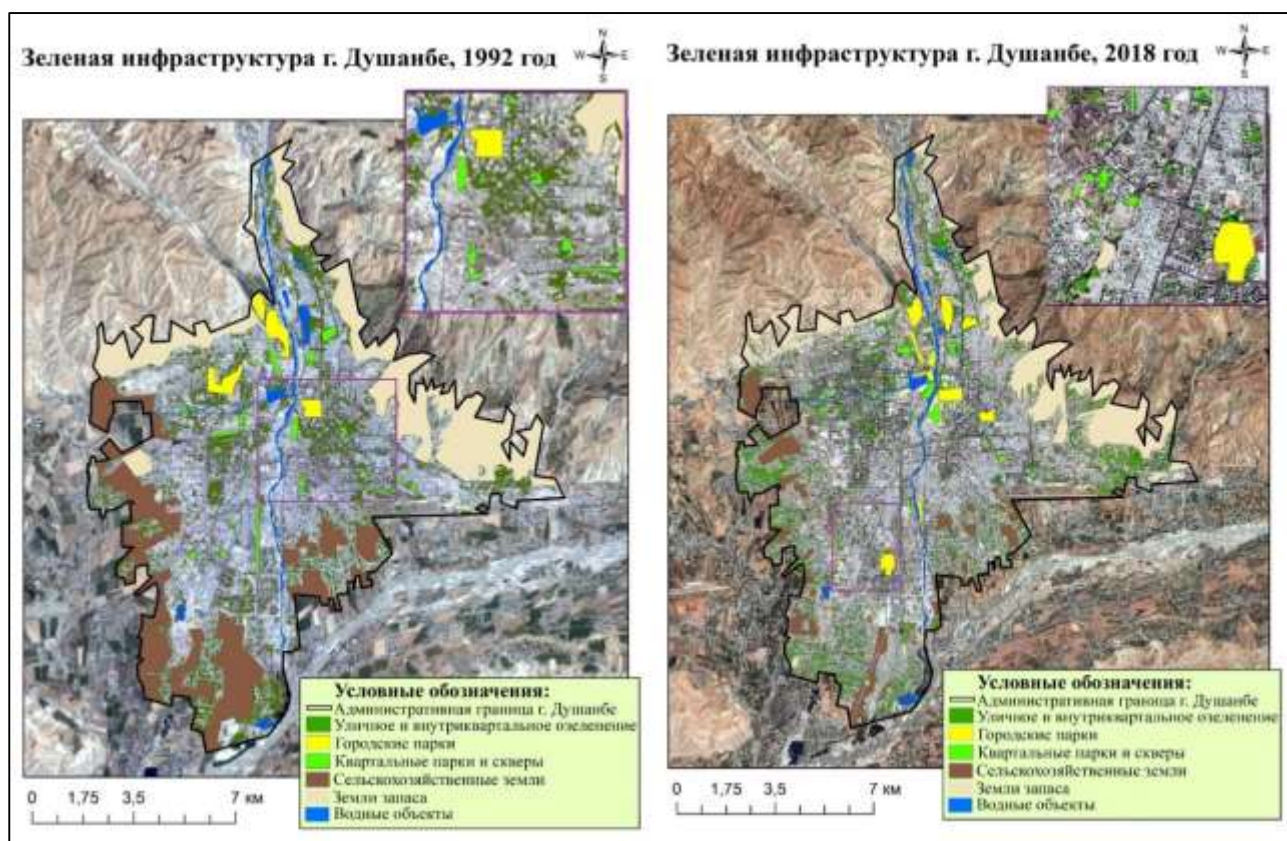


Рисунок 2 – Зеленая инфраструктура г. Душанбе 1992-2018 гг.

Увеличение роли этой группы элементов произошло во всех городах и связано, прежде всего, с общим сокращением площади ЗИ за счет городской экспансии на земли запаса и сельскохозяйственные земли.

В 2018 г. в двух из шести городов – Бишкеке и Ташкенте, агломерационный уровень отсутствовал, что фактически означает непрерывную полосу застройки, продолжающуюся за формальной границей города. Лишь в Алматы за рассматриваемый период произошло увеличение доли этого уровня, что, по-видимому, связано с естественным лесовосстановлением на землях прилегающей к городу ООПТ. Максимальные потери A_y характерны для Бишкека (если в 1992 году выделялись свободные от застройки массивы, то в настоящее время они поглощены застройкой); в остальных городах уменьшение A_y составило около 5%.

Максимальное увеличение доли квартального уровня принадлежит Ташкенту и Бишкеку, которые увеличили долю на 13-14% от площади ЗИ в исследуемом году. Городской уровень ЗИ – крупные скверы и парки – представлен в 2018 г. очень по-разному: самые низкие значения – в Ашхабаде, самые высокие в Бишкеке.

Заключение.

За три десятилетия во всех без исключения городах площадь зеленой инфраструктуры сократилась, уменьшилась и ее доля от площади города. Это сокращение, прежде всего связано с интенсивной застройкой, под которую были заняты сельскохозяйственные земли и земли запаса. В наибольшей степени этот процесс затронул Алматы, в наименьшей – Ташкент, где ЗИ оставалась наиболее стабильной, а внешняя городская экспансия – минимальной. По уровневой структуре ЗИ города можно разделить на 2 типа:

- 1) имеющие на периферии свободные территории, занятые элементами ЗИ (Ашхабад, Алматы и Нур-Султан);
- 2) те, где к границе уже примыкают застроенные территории, в т.ч. и с сельской застройкой (Бишкек, Душанбе, Ташкент).

В городах первого типа выше доля ЗИ от площади города и высока роль агломерационного уровня, представленного, однако, элементами ЗИ разной ценности. В Алматы – это земли ООПТ – предгорные и низкогорные леса Заилийского Алатау, в Нур-Султане – «Зеленый пояс» и водно-болотные угодья, в Ашхабаде – сельскохозяйственные земли и земли запаса. В городах второго типа, в целом, ниже доля ЗИ от площади города, а наибольшая доля ЗИ, как правило, приходится на элементы городского и квартального уровней – фактически в них представлены городские парки и придомовое озеленение.

Литература

1. Геологическая служба США. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://www.usgs.gov> (дата обращения: 13.03.2020)

- Илларионова О. А., Климанова О. А. Трансформация «зеленой инфраструктуры» в крупных городах Южной Америки // Вестник Московского Университета. № 3. 2018. С. 23-29.
- Морозова Г. Ю., Дебелая И. Д. Зеленая инфраструктура как фактор обеспечения устойчивого развития Хабаровска // 2018. - С. 562-574.

УДК 504; 504.75; 502.1; 371.0.33

РОЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ЭКОЛОГИИ

Трофимов В.Г.¹, Харькина М.А.¹, Жигалин А.Д.¹⁻²

МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет¹ (г.Москва, РФ)

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН² (г.Москва, РФ)

trofimov@rector.msu.ru

Аннотация. Показана роль геологических знаний в экологии. Раскрыто содержание «Экологической геологии» и ее фундаментальной основы — учения об экологических функциях литосферы, базирующегося на положении о том, что жизнь на Земле, развитие и функционирование биоты во многом определяется геологическими факторами. Приводятся данные о внедрении экологической геологии в практику.

Ключевые слова. Геологические факторы, экологическая геология, геофизическая экология, биота, инженерно-экологические изыскания.

THE ROLE OF GEOLOGICAL KNOWLEDGE IN THE DEVELOPMENT OF MODERN ECOLOGICAL CONTENT

Annotation. The role of geological knowledge in ecology is shown. The content of "Ecological Geology" and its fundamental basis — the theory on the ecological functions of the lithosphere, based on the position that life on Earth, the development and functioning of biota is largely determined by geological factors is disclosed. The data on introduction of ecological geology into practice is given.

Keywords: Geological factors, ecological geology, geophysical ecology, biota, engineering and environmental surveys.

Введение. Экология зародилась и развивалась более 1,5 веков как сугубо биологическая наука, и геологические факторы, по существу, не учитывались. Свидетельством тому является схема биоценоза академика В.Н.Сукачева, работы Ю. Одум и мнения других классиков экологии. Однако этот биоэкологический подход оказался узко ориентированным. В настоящее время доказано, что жизнь на Земле, развитие и функционирование биоты во многом определяется геологическими факторами. Укажем только на значение вулканической деятельности и землетрясений, которые вызывают развитие большого числа экзогенных процессов (селей, оползней, обвалов, снежных лавин), с которыми связаны большие потери в экономике и человеческие жертвы. Так, 15 апреля 2010 года из-за большой интенсивности извержения вулкана Эйяфьятлайокудль (Исландия), сопровождавшегося выбросом пепла,

было приостановлено авиасообщение в северной Швеции, Дании, Норвегии и в северных районах Великобритании. Были отложены на неопределённый срок рейсы в Европу (в том числе и в Москву) из стран Америки и Азии (США, Китай, Япония). По подсчётам Международной ассоциации воздушного транспорта ежедневные потери авиакомпаний от отмены рейсов составляли не менее 200 млн USD. Другими катастрофическими событиями XX века стали землетрясение на Гаити 12 января 2010 г. магнитудой 7.0, в результате которого была полностью разрушена столица Гаити и погибло почти 220 тысяч людей, а также Фукусимское землетрясение 11 января в Японии с магнитудой 6.6, сопровождавшееся волной цунами, в результате чего была разрушена система охлаждения АЭС и в океан попало значительное количество радиоактивной воды. Эти, и некоторые другие, события отнесены к числу самых страшных природных катастроф, которое пережило человечество.

Ощутимые экологические последствия отмечены при падении метеорита 15 февраля 2013 года в Челябинской области (Россия), в результате которого за медицинской помощью обратились более 1,5 тысячи человек. Челябинский метеорит — один из самых крупных по массе среди каменных метеоритов, упавших на Землю. Диаметр болида при входе в атмосферу составлял 13 м, скорость 25 км/с, масса 10 тыс. тонн. До поверхности Земли долетело около 5 % первоначальной его массы. Примерно через 2 минуты после вспышки ударная волна достигла городов Челябинск, Чебаркуль, Миасс и др. Метеоритный дождь (большая часть обломков размером 1–2 см с весом в несколько грамм (самый крупный из найденных – 1,8 кг) наблюдался в населенных пунктах Еманжелинка, Березняки, Первомайский, Депутатский. Были выбиты стекла, поврежден цинковый завод, разрушены ветхие строения.

Содержание экологической геологии. Осознание исследователями экологической роли геологических факторов привело к формированию ряда экологически ориентированных естественных наук (экологическая геохимия, геофизическая экология, экологическая минералогия), из которых наиболее широким по содержанию является экологическая геология.

Экологическая геология исследует экологические функции литосферы и их влияние на биоту. Под ними понимается все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение литосферы, включая подземные воды, нефть, газы, геохимические и геофизические поля и геологические процессы, в жизнеобеспечении биоты и человеческого сообщества.

Всего выделено четыре экологические функции литосферы [1], содержание которых определяется следующим образом: **ресурсная экологическая функция** литосферы определяет роль минеральных, органических и органоминеральных ресурсов и геологического пространства литосферы для жизни и деятельности биоты как в качестве биогеоценоза, так и социальной структуры;

геодинамическая экологическая функция литосферы отражает свойства литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления;

геохимическая экологическая функция литосферы отражает свойства геохимических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты в целом, включая человека;

геофизическая экологическая функция литосферы отражает свойства геофизических полей (как следствие неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты, включая человека.

Исходя из этого перечня, экологические функции литосферы оценивают массивы горных пород с подземными водами и газами как среду обитания биоты; эндогенные (землетрясения, вулканизм) и экзогенные (сели, оползни, обвалы, снежные лавины, провалы, локальное аномальное газовыделение и др.) процессы, как угрозу жизни и комфортности проживания; геохимические (литогеохимическое, гидрогеохимическое, газогеохимическое) и геофизические (гравитационное, геомагнитное, электрическое, температурное и др.) поля и неоднородности как факторы воздействия на живое.

В геологической истории Земли выделяют три основных временных этапа формирования экологических функций литосферы. *Первый этап* охватывает период от образования планеты Земля до формирования экологических функций литосферы, которые определили возможность зарождения жизни на планете Земля. *Второй этап* охватывает период от зарождения жизни на планете Земля (около 3,5 млрд. лет назад), т.е. когда единство экологических функций литосферы как условий среды, благоприятной для зарождения и существования живого вещества и появления биотической составляющей предопределило становление и эволюционное развитие биосферы Земли, до появления человеческой цивилизации. *Третий этап* характеризуется как техногенно-природный, охватывающий временной интервал порядка 200 лет и являющийся, в основном, порождением техногенеза.

Обеспечение экологического образования специальной, геологически ориентированной, учебно-методической литературой. С целью реализации этих положений в образовании была сформирована учебно-методическая база для преподавания экологически ориентированных дисциплин в геологических ВУЗах. Опубликованы монографии, учебники и учебные пособия, в том числе с грифом Министерства образования Российской Федерации и Учебно-методического объединения университетов страны (табл. 1). Дисциплина «Экологическая геология» стала обязательной на геологических и геолого-географических факультетах во всех классических университетах России.

Таблица 1 - Обеспечение профессионального экологического образования геологически ориентированной литературой

Часть дисциплин учебного плана	Учебники, учебные пособия и монографии
Основы геоэкологии	Экологические функции абиотических сфер Земли: монография. Под ред. В.Т.Трофимова. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018. 608 с.

Экологическая геология	Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 415 с.
Эколого-геологические условия России	Эколого-геологические условия России / Под ред. В.Т. Трофимова. В 3-х томах. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2016.
Мониторинг эколого-геологических систем	Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. М.: КДУ, 2015. 416 с.
Экологическая геодинамика	Современная геодинамика литосферы и ее экологические последствия / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во Московского университета, 2019. 256 с.
Очистка грунтов от загрязнений	Королев В.А. Очистка и восстановление геологической среды. М.: ООО Сампринт. 2019. 430 с.

Таблица 2 - Статистика по составу работ на изучение сфер Земли в нормативных документах РФ

Сферы Земли		Количество пунктов, регламентирующих состав работ инженерно-экологических изысканий в нормативных документах			
		СП 11-102-97	СП 47.13330.2012	СП 47.13330.2016	СП ...2020 Инженерно-экологические изыскания ... (проект, вторая редакция)
Абиотические	Литосфера и ее компоненты (грунты, почвы, донные отложения, подземные воды, подземные газы, ландшафты, геологические процессы, радиационная обстановка, радоноопасность, вибрация, шум, тепловые поля)	52	17	13	180
	Атмосфера и ее компоненты (воздух, электромагнитные излучения, шумы, инфра- и ультразвук, гидрометеорологические процессы)	18	3	8	54
	Поверхностная гидросфера и ее компоненты (поверхностные воды, гидрометеорологические процессы)	10	7	13	62

Биотическая	Биосфера	растительный и животный мир (растения, животные, птицы, рыбы, микроорганизмы, бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон, ихтиопланктон, макробентос)	15	7	9	71
		Социум (санитарно-эпидемиологическая и медико-биологическая обстановка, заболевания населения)	14	7	3	36
Все абиотические и биотическая сферы Земли			109	41	46	403

Внедрение экологической геологии в практику. Высшая школа РФ готовит специалистов для проведения инженерно-экологических изысканий по территории всей России. Сейчас проведение этих изысканий стало обязательным при любом виде строительства (СП 47.13330.2016) и 60% параметров, которые надо изучать в ходе изыскательских работ – геологические параметры (табл. 2). Сама жизнь требует внедрения геологической составляющей в систему экологического образования России и других стран.

Заключение. Экологическое образование без учёта геологических факторов неполное. Содержание таблицы 2 по учёту геологических факторов в нормативно-технических документах России на инженерно-экологические изыскания для строительства свидетельствует об их важном значении в оценке конкретных экологических ситуаций.

Литература

1. Экологические функции литосферы / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, Т.А. Барабошкина и др., Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, - 2000. - 432 с.

УДК 551.576. 551.521.3

ВАРИАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СОСТАВЕ АТМОСФЕРНОЙ ПЫЛИ ЮЖНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТЕЙ ТАДЖИКИСТАНА

Халифаева Ш.Х., Абдуллоев С.Ф., Маслов В.А.

*Физико – технический институт имени С.У.Умарова НАНТ
(г. Душанбе, РТ)*

Аннотация. *Определен элементный состав пылевого аэрозоля. Приведены межгодовые вариации содержания ряда тяжелых металлов в составе атмосферной пыли южной и центральной частей Таджикистана.*

Ключевые слова. *Тяжелые металлы, атмосферный аэрозоль, атмосфера, пылевой аэрозоль.*

VARIATIONS OF HEAVY METALS IN THE COMPOSITION OF ATMOSPHERIC DUST OF SOUTHERN AND CENTRAL PARTS OF TAJIKISTAN

Abstract. *The elemental composition of dust aerosol is determined. The interannual variations in the content of a number of heavy metals in atmospheric dust of the southern and central parts of Tajikistan are presented.*

Keywords: *Heavy metals, atmospheric aerosol, atmosphere, dust aerosol.*

Антропогенные аэрозольные частицы не только загрязняют атмосферу сами по себе, но являются носителями таких более опасных загрязняющих веществ, как тяжёлые металлы (ТМ) [1]. ТМ – это устойчивые неорганические соединения, которые попадают в природную среду не только при их производстве, но и при их использовании или утилизации отходов [2]. ТМ находятся в атмосфере в виде паров или, что бывает чаще, оседают на поверхности аэрозольных частиц и переносятся вместе с ними. ТМ могут находиться в биосфере очень долго, накапливаясь в пищевых цепях. Наконец, многие из них являются ксенобиотиками, и все они - опасные яды даже в очень малых концентрациях. Мышьяк и сурьму в экологической литературе также часто называют тяжелыми металлами, хотя, с точки зрения химиков, это полуметаллы [3].

Ряд факторов приводит к глобальному распределению ТМ в биосфере. Во-первых, мелкие долгоживущие частицы носителя, имеющие относительно большую сорбирующую поверхность, медленно удаляются из атмосферы. Поэтому их можно транспортировать в атмосфере на огромные расстояния. Во-вторых, частицы и пары некоторых металлов (прежде всего, ртути), которые упали на землю даже спустя долгое время, могут снова подниматься в воздух ветром и постепенно распространяться, по все более крупным территориям. В-третьих, тяжелые металлы переносятся реками и морскими течениями в форме растворимых солей или частиц, взвешенных в воде [4, 5].

Объектами исследования в данной работе являются: Пробы пылевого аэрозоля, собранного при пылевых бурях (пылевой мгле) в юго-центральной части Таджикистана.

Сбор проб проводился двумя способами: естественным осаждением пыли на поверхность полиэтиленовой плёнки размером (10x10) м²; естественным осаждением аэрозоля пылевых бурь (ПБ) на пластмассовые ванночки размером (85x45) см². Пробы очищались в лабораторных условиях от инородного материала и размельчались до порошкообразного вида, затем просеивались через сито с сеткой 1 мм, упаковывались в стеклянный сосуд для хранения и исследований. Методика проведения эксперимента описаны в [6-7].

На рис.1 представлена межгодовая вариация содержания тяжелых элементов Co, As, Ni и Pb в составе пыли юго-центральной части Таджикистана. В 2007 – 2010 г. средняя концентрация мышьяка выше, чем у остальных металлов. Средняя концентрация никеля в 2011 и 2019 г., а свинца в 2013 и 2014 г. максимальные. В 2015 г. концентрации кобальта и мышьяка, а также никеля и свинца почти одинаковы.

На рис. 2 приведены межгодовые вариации концентраций цинка, меди, хрома и ванадия. Наиболее сильное загрязнение территории создается цинком. Среднее содержание цинка максимально в 2007 – 2009, 2011 и 2013 годах, а уровень

концентрации остальных тяжёлых металлов схожи. В 2010 г. у меди была самая высокая средняя концентрация в аэрозоле. В 2014, 2015, 2019 годах концентрации всех элементов были практически на одном уровне.

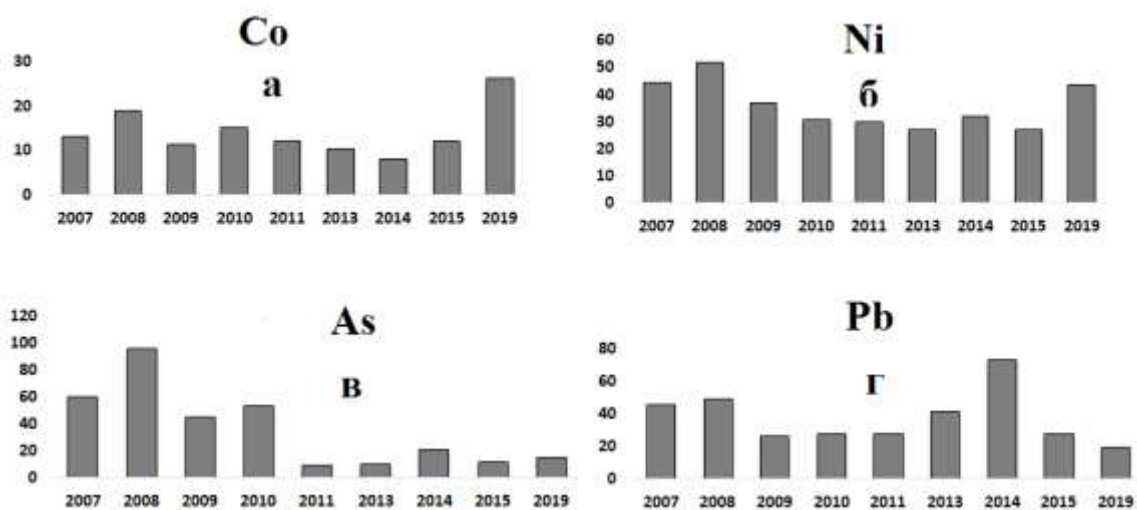


Рисунок 1 - Межгодовая вариация концентраций ряда тяжелых металлов (а - кобальт, б - никель, в - мышьяк, г - свинец) в составе атмосферного аэрозоля

Концентрации диоксида титана (TiO_2) и оксида железа (Fe_2O_3) в аэрозоле измеряется процентами. Как видно на рис. 2, в течение всего периода наблюдений концентрация Fe_2O_3 в разы превышает концентрацию диоксида титана.

Максимальная средняя концентрация диоксида марганца наблюдалась в 2007 г., а минимальное среднее содержание MnO_2 - в 2019 г. В период с 2008 по 2015 годы средняя концентрация диоксида марганца почти не менялась (рис.4.)

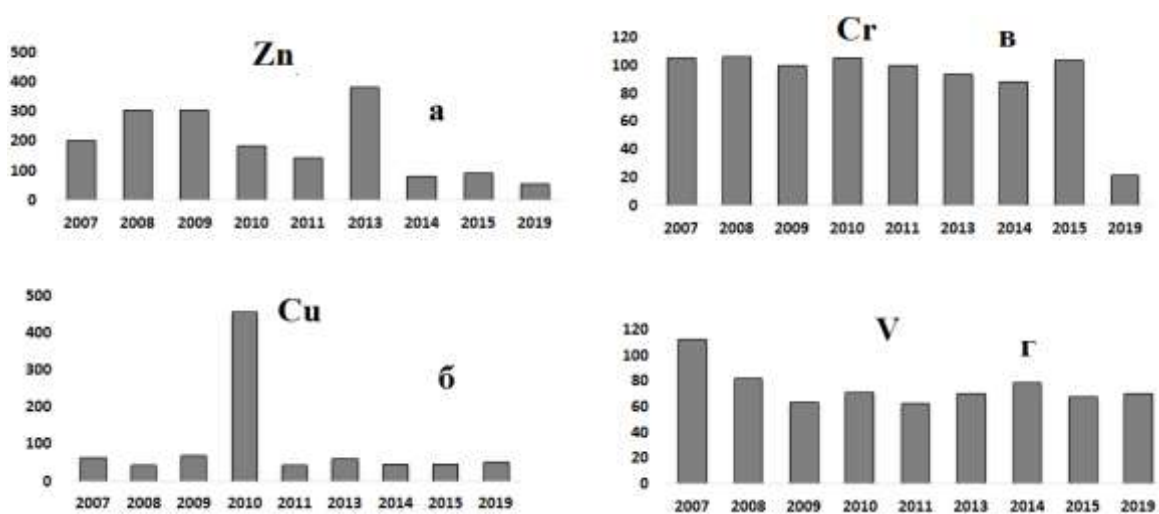


Рисунок 2 - Межгодовая вариация концентраций тяжелых металлов (а - цинк, б - медь, в - хром и г - ванадий) в атмосферном аэрозоле

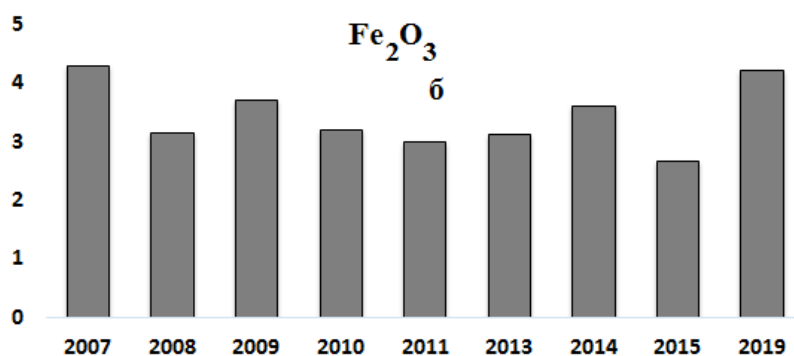
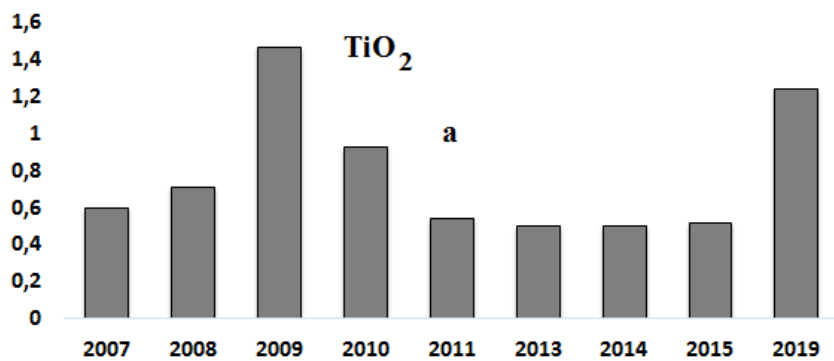


Рисунок 3 - Межгодовая вариация концентрации диоксида титана и оксида железа в составе атмосферного аэрозоля

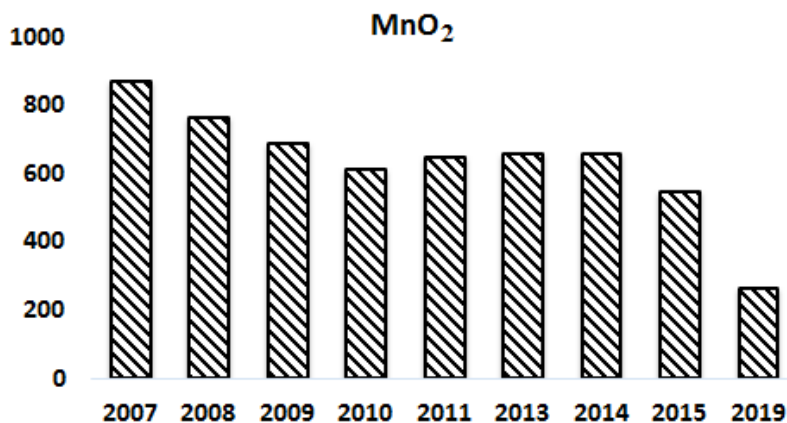


Рисунок 4 - Межгодовая вариация концентраций диоксида марганца в составе атмосферного аэрозоля

Литература

1. Юркова, Т. И. Тяжёлые металлы /Юркова, Т. И.// Экономика цветной металлургии. – Красноярск. - 2004.
2. Ветошкин, А. Г. Источники загрязнения гидросфер. /Ветошкин, А. Г. // Процессы и аппараты защиты гидросфер. – Пенза. - 2004.
3. Ожегова, С.И. Тяжёлые металлы. / Ожегова, С.И., Ожегова, Н.Ю.// Экологический словарь. -1949-1992

4. Чертко, Н. К. Биологическая функция химических элементов. /Чертко, Н. К. // Справочное пособие. - Минск. - 2012. -172 с.
5. Kulmatov, R. Distribution of heavy metals in atmospheric air of the arid zones in Central Asia/ R. Kulmatov, M. Hojamberdiev// Air Quality, Atmosphere & Health.-2010.- v3.-№4.- p.183–194.
6. Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Назаров Б.И., и др. Динамика распределения тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в образцах почвы и пылевого аэрозоля юга Таджикистана// Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27, № 3. - С. 207-214.
7. Абдуллаев, С.Ф. Динамика распределения тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в образцах почвы и пылевого аэрозоля юга Таджикистана. / Абдуллаев, С.Ф., Маслов, В.А., Назаров, Б.И., Мадвалиев, У., Джураев, А.А., Давлатшоев, Т.//Оптика атмосферы и океана.-2014.- Т. 27. -№ 03.- стр. 207–214.

УДК 55 (1/9)

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА И СТРОЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСКОВ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ПОЙМЫ Р.ДУШАНБИНКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ДУШАНБЕ

Хасанов Ш.М., Магдиев М.М.

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе (г.Душанбе, РТ)

***Аннотация.** Приводятся данные результатов определения минерально-петрографического и гранулометрического составов песков правобережной поймы реки Душанбинка в центральной части города Душанбе.*

***Ключевые слова:** влажность, минерально-петрографический состав, гранулометрический состав, гистограмма распределения.*

CHARACTERISTICS OF COMPOSITION AND STRUCTURE OF ALLUVIAL SANDS OF THE RIGHT-BANK FLOOD OF THE DUSHANBINKA RIVER IN THE CENTRAL PART OF DUSHANBE

***Abstract.** Present the data of the results of determining the mineral-petrographic and particle size distribution of the sands of the right-bank floodplain of the Dushanbinka River in the central part of Dushanbe.*

***Keywords:** moisture, mineral-petrographic composition, particle size distribution, distribution histogram.*

Введение

Всего на территории республики Таджикистан формируется около 600 рек и временных водотоков, которые ежегодно откладывают материалы продуктов разрушения горных пород. Особенно легко уносимыми и быстро аккумулятивными являются пески, обуславливающие их пригодность в качестве сырья для различных отраслей промышленности, местных минеральных

строительных материалов и эффективного материала при проведении экспериментальных исследовательских работ.

Песчаные грунты характеризуются преобладанием мономинеральных частиц размером 0,05 – 2 мм. Количество глинистых частиц в них не превышает 3%. В сухом состоянии они представляют типичные сыпучие тела. Во влажном состоянии песчаные грунты приобретают небольшую связность. Некоторые из них, будучи насыщены водой, обладают плавунными свойствами. Инженерно-геологические особенности песчаных грунтов (в частности, величина водопроницаемости и сопротивление сдвигу) сильно изменяются от наличия или отсутствия в них гравийно-галечниковых и пылеватых частиц и от крупности самих песчаных зерен [2].

Образцы были отобраны с песчаного прослоя с правого берега реки Душанбинка (Путовский мост). Песчаный прослой находился во влажном состоянии. Цвет песка светло-серый. Песок разнозернистый, неоднородный.

Методы исследования

Определение минерально-петрографического состава проводилось под оптическим микроскопом, определение влажности и гранулометрического состава проводились согласно методике, описанной в практикуме по грунтоведению (задача 1.5 и 2.1) [3].

Результаты и их обсуждение

Породообразующими минералами песков реки Душанбинка являются: кварц, ПШ (полево шпат), плагиоклаз, кальцит, биотит, а также присутствуют акцессорные минералы (см. рисунок 1). Преобладающими минералами являются кварц и полево шпат. Исходя из микроскопических наблюдений по минеральному составу обломочного материала, пески реки Душанбинка относятся к олигомиктовым [4], т. е. полевошпатово-кварцевые (с содержанием кварца 60 - 90%). Морфология песков реки Душанбинка характеризуется зернами в основном угловатыми и полуокатанными и редко хорошо окатанными, поверхность частиц граненая особенно в кварцах, а некоторые покрыты пленками (возможно железистыми).

Исследуемые аллювиальные пески имеют достаточно низкую естественную влажность. Среднее значение влажности 4%. Такое низкое значение влажности песков, в основном связано с климатом, так как пески были отобраны в начале осени, где температура воздуха достигала 30⁰ С.

По гранулометрическому составу в грунтах преобладает песчаная фракция (2-0,05 мм), её содержание >65%. Содержание гравийной фракции (>2 мм) до 30%, содержание пылеватой и глинистой фракции (<0,05 мм) составляют около 5%. По классификации ГОСТ 25100-2011 [1] песчаный грунт, является песком гравелистым, т.к. содержание частиц >2 мм больше 25% (гистограмма распределения частиц (см. рисунок 2).

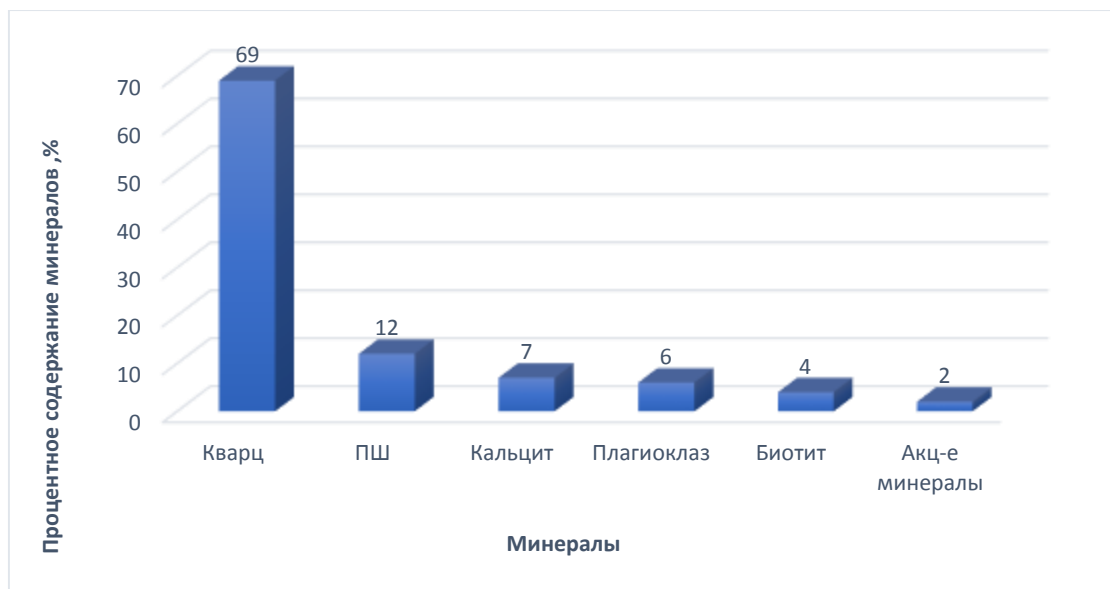


Рисунок 1- Гистограмма распределения минерально-петрографического состава

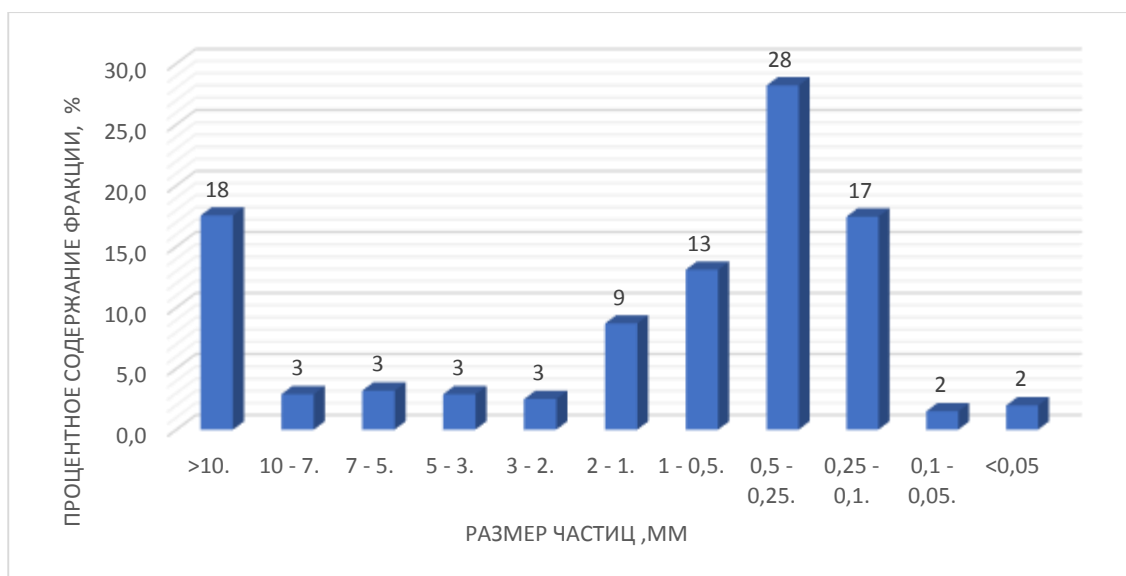


Рисунок 2- Гистограмма распределения частиц по размерам по результатам гранулометрического анализа

Заключение.

На основании проведенных исследований установлено, что по минерально-петрографическому составу в песках преобладает кварц. Светло-серые минералы с преобладанием кварца и плагиоклаза в составе песков реки Душанбинка говорит о том, что до разрушения водным потоком порода была плагиогранитом. По морфологическим особенностям зерен песчаных грунтов установлено, что минеральные частицы песков угловатые и полуокатанные, что говорит о характере и условиях переноса, т. е. частицы были унесены в процессе переноса не далеко от места разрушения. Гранулометрический анализ показал, что по классификации ГОСТ 25100-2011 «песок гравелистый».

Литература

1. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. М.: МНТКС, 2011. - 78 с.
2. Грунтоведение / Под ред. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А. и др. М.: Издательство Московского университета – 2005 - 1024 с.
3. Лабораторные практикум по грунтоведению: Учебное пособие. Под ред. В.А. Королёва, В.Н. Широкова и В.В. Шаниной. М.: Высшая школа – 2019 - 240 с.
4. Лазаренко А.А. Литология аллювия равнинных рек гумидной зоны (на примере Днепра, Десны и Оки) / Тр. ГИН. - 1964. - Вып.120. - 238 с.

УДК 551.510.42(517); 502.3(517); 551.510; 543.3:535.379.

ВАРИАЦИИ АНИОННЫХ КОМПОНЕНТОВ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ ПОЛУАРИДНОЙ ЗОНЫ ТАДЖИКИСТАНА

Шарипов С.Р.¹, Абдуллаев С.Ф.², Фомба К.В.³, Мюллер К.³,
Маслов В.А.², Муллоев Н.У.⁴, Мадвалиев У.²

Таджикский национальный университет¹ (г. Душанбе, РТ)

Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ², (г. Душанбе, РТ)

Институт тропосферных исследований им Лейбница³ (г. Лейпциг, Германия)

Кулябский государственный университет им. А. Рудаки⁴ (г. Куляб, РТ)

Аннотация. Изучены сезонные колебания концентрации анионов, наиболее высокие концентрации ионов хлора Cl^- ($7.642 \pm 0.36 \text{ мкг/м}^3$), и нитрата NO_3^- , обнаружены зимой ($10.902 \pm 0.5 \text{ мкг/м}^3$), а самые низкие уровни – летом и весной, соответственно.

Ключевые слова: аэрозоль, химический состав аэрозолей, взвешенные частицы.

VARIATIONS OF ANIONAL COMPONENTS OF THE ATMOSPHERIC AEROSOL OF THE SEMIARID ZONE OF TAJIKISTAN

Abstract. The seasonal variations in the concentration of anions, the highest concentrations of chlorine ions Cl^- ($7.642 \pm 0.36 \text{ } \mu\text{g} / \text{m}^3$), and NO_3^- nitrate, were detected in winter ($10.902 \pm 0.5 \text{ } \mu\text{g} / \text{m}^3$), and the lowest levels in summer and spring, respectively, were studied.

Key words: aerosol, chemical composition of aerosols, suspended particles.

В данной работе изучены вариации анионных компонентов атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана, сезонные колебания концентрации анионов, наиболее высокие концентрации ионов хлора и нитрата NO_3^- .

В табл.1 приведены статистические характеристики содержания анионов в частицах атмосферного аэрозоля. Дневные вариации содержания ионов хлора (Cl^-) в атмосферном аэрозоле в период эксперимента представлены на рис.1а, имеется максимум 19.12.2015 ($7,642 \text{ мкг/м}^3$). На рис.1 в представлены сезонные изменения концентрации Cl^- . Обнаружены наибольшие концентрации – зимой, наименьшие – весной и летом. Максимальная концентрация Cl^- зарегистрирована 19.12.2015 ($7,642 \text{ мкг/м}^3$), минимальные 01.06.2015 ($0,049$

мкг/м³) при среднем 1,08 мкг/м³. На рисунке 1б можно видеть месячные изменения состава Cl⁻ в атмосферном аэрозоле. Самое высокое значение зарегистрировано в декабре. Имеется значимая корреляция между концентрациями Cl⁻ и NO₃⁻ (r=0.72), между Cl⁻ и NH₄⁺ (r=0.86), табл.2. Уравнения регрессии при значительном коэффициенте корреляции Cl⁻ с другими компонентами приведены в табл.2. Дневные вариации содержания ион нитрата (NO₃⁻) в атмосферном аэрозоле в ходе эксперимента представлены на рис. 1г. Наибольшие концентрации обнаружены осенью, наименьшие – весной и летом. Максимальная концентрация NO₃⁻ зарегистрирована 15.02.2016г. (10.902 мкг/м³) минимальная 10.02.2016 (0,472 мкг/м³) при среднем значении 2.508 мкг/м³. Рис.1д показывает среднемесячные изменения состава NO₃⁻ в атмосферном аэрозоле. На рис.1е представлены сезонные изменения NO₃⁻ показывающие высокие значения зимой. При моделировании обратной траектории потока для ион хлора (Cl⁻) в атмосферного аэрозоля установлено, что их источником является пустыня Такла-Макан. При моделировании обратной траектории потока для дней с максимумом ионов нитрата (NO₃⁻) в атмосферном аэрозоле установлено, что их источником является пустыня Такла-Макан.

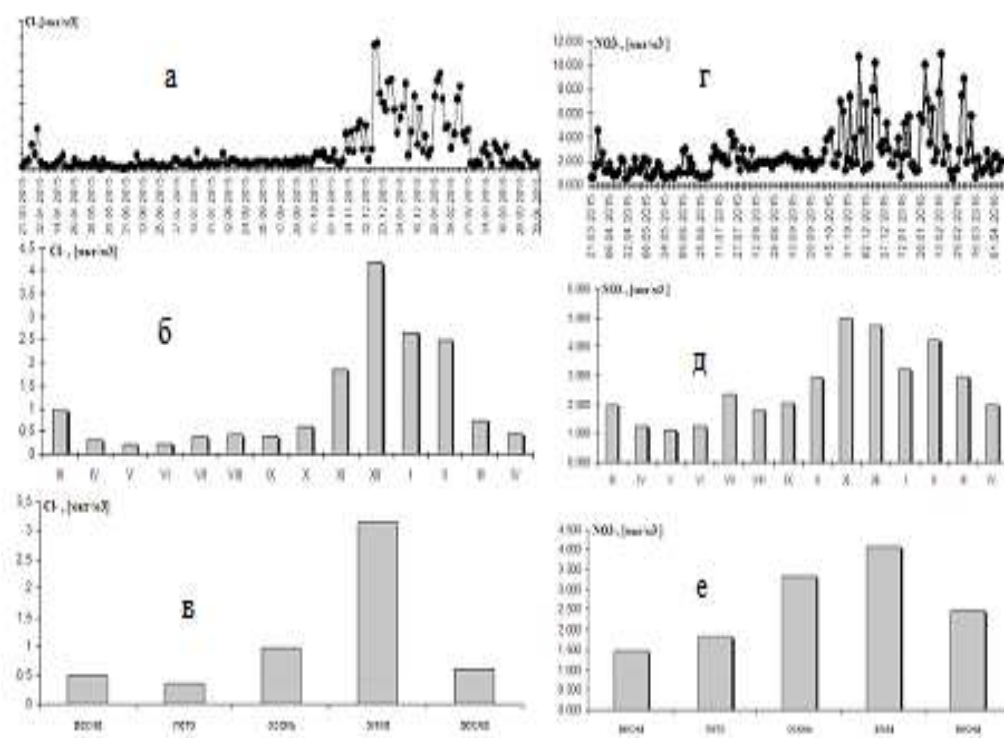


Рисунок 1- Дневные (а), месячные (б) и сезонные (в) вариации содержания ионов хлора и нитрата в атмосферном аэрозоле.

Таблица 1- Статистические характеристики анионного состава атмосферного аэрозоля в период эксперимента CADEX

Параметр, мкг/м ³	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	F ⁻	PO ₄ ³⁻
---------------------------------	-----------------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-----------------	----------------	-------------------------------

<C>	1,080	2,508	3,555	0,0041	0,011	0,172	0,054
C _{max}	7,642	10,902	12,155	0,014	0,038	1,052	0,439
C _{min}	0,049	0,472	0,923	0,000	0,001	0,008	0,004
σ	1,46	2,039	1,99	0,0024	0,007	0,012	0,004
V	1,35	0,81	0,56	0,60	0,65	0,073	0,07
S _n	0,008	0,011	0,011	2,4E-05	6,06E-05	6,93E-05	2,5E-05
N	181	181	181	181	121	181	150
t _c	3,34	3,34	3,34	4,61	4,8	3,34	5,02
p	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
δ	0,36	0,5	0,5	0,0008	0,003	0,003	0,0016
D	155	23	13	—	55	134,6	99,8

Таблица 2 - Коэффициент корреляции концентрации анионов атмосферного аэрозоля в период эксперимента CADEX

	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Oxalate	NO ₂ ⁻	F ⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Cl ⁻	0,72	0,50	0,35	-	0,09	0,23	0,18	0,86	0,63	0,02
NO ₃ ⁻		0,73	0,69	-	0,04	0,53	0,52	0,80	0,70	0,37
SO ₄ ²⁻			0,69	-	0,21	0,65	0,71	0,72	0,56	0,50
NO ₂ ⁻						-0,07	-0,05	0,14	-0,08	0,09
F ⁻						0,82	0,26	0,41	0,56	0,69

Заключение. В результате проведенных исследований обнаружены сезонные колебания концентрации анионов, причем наиболее высокие концентрации ионов хлора Cl⁻ (7.642 ± 0.36 мкг/м³) и нитрата NO₃⁻ ($10,902 \pm 0.5$ мкг/м³) наблюдались зимой, а самые низкие – летом и весной.

УДК 551.510.4, 523.035.334.3

ВАРИАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ CO₂, CO и NO₂ В АТМОСФЕРЕ ТАДЖИКИСТАНА

Шодиев Ш.Ш., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А.

Физико-технический институт им. С.У.Умарова НАН РТ (г. Душанбе, РТ)

Аннотация. В статье представлены результаты месячного мониторинга приземного озона, содержание водяного пара и общее содержание озона (ОСО) в вертикальном столбе

атмосферы Таджикистана в 6 зонах разных климатических систем: пустыня Айвадж, густонаселенный г. Душанбе, ледники Бобооб, Зарафшан, Медвежий, Грумм-Грижимайло. Для мониторинга парниковых газов на территории Таджикистана использованы спутниковые данные сайта ECMWF.

Ключевые слова: парниковые газы, озон, водяной пар.

VARIATIONS OF THE CONTENT OF CO₂, CO, AND NO₂ IN THE ATMOSPHERE OF TAJIKISTAN

Abstract. The article presents the results of monthly monitoring of surface ozone, water vapor content and total ozone (TOC) in the vertical column of the atmosphere of Tajikistan in 6 zones of different climate systems: Aivaj desert, densely populated Dushanbe, Boboob, Zarafshan, Medvezhiy, Grumm-Grzhimaylo glaciers. To monitor greenhouse gases in Tajikistan, satellite data from the ECMWF website were used.

Keywords: greenhouse gases, ozone, water vapor.

Озон в приземном слое. Содержания озона в высокогорных зонах превышает ПДК. В пустыне Айваджа, Бобооб и г. Душанбе содержание озона ниже ПДК, возможно, это связано с высоким загрязнением воздуха.

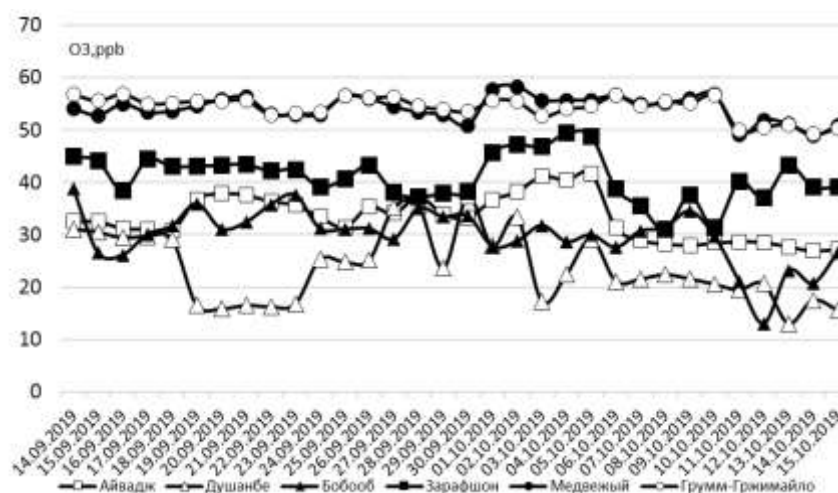


Рисунок 1- Мониторинг озона в приземном слое атмосферы Таджикистана

Максимумы в Айвадже связаны с высокой температурой. Изменение содержания озона за месяц имеет минимумы, совпадающие по времени с пылевыми вторжениями в юго-центральной части страны. В высокогорных зонах при чистой атмосфере обнаружены высокие концентрации озона.

Содержание водяного пара в вертикальном столбе атмосферы (W). Влагосодержание (W) воздуха в пустыне – самое высокое, причем имеет место высокая корреляция W с температурой воздуха.

Так как среднее значение температуры по высоте падает, содержание водяного пара тоже падает по высоте. Самые низкие концентрации водяного пара обнаружены в высокогорных регионах.

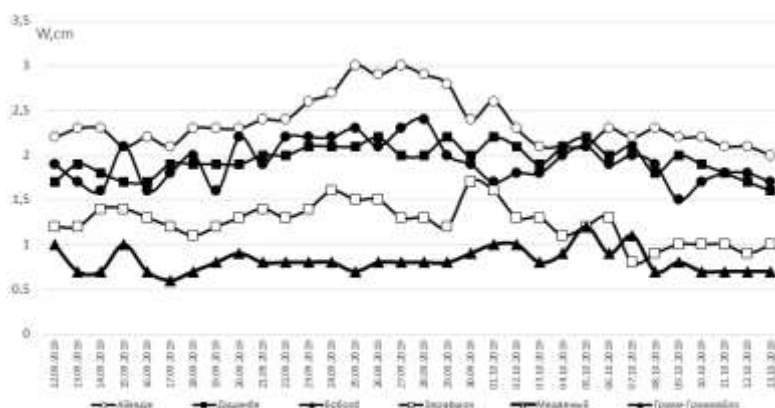


Рисунок 2 - Мониторинг влажностеродержания воздуха в атмосфере Таджикистана

Общее содержание озона (ОСО) в вертикальном столбе атмосферы. В высокогорных районах наблюдаются высокие значения ОСО. В атмосфере пустынной и урбанизированной зон наблюдаются низкие значения ОСО (рис.3). Колебания ОСО за один месяц происходят синхронно почти во всех зонах, т.е. весь регион находится в едином метеорологическом тренде. Глубокий минимум содержания ОСО во всех зонах наводит на мысль о вторжении субмикронных частиц аэрозоля в атмосферу высокогорных районов.

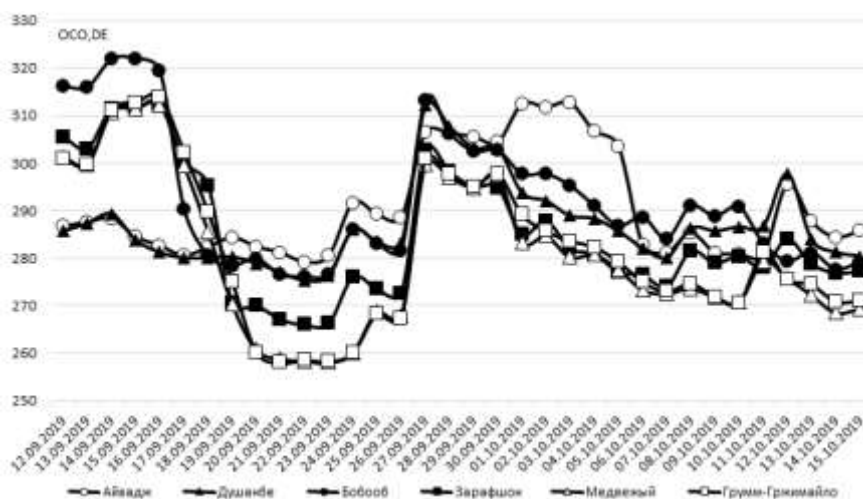


Рисунок 3- Мониторинг ОСО в атмосфере Таджикистана

Вклад водяного пара в таяние ледников незначителен, так как температура в высокогорных регионах близка к нулю. Возможно, вклад, как приземного озона, так и ОСО в таяние ледников велик, так же как вклад от субмикронных частиц аэрозоля.

Таким образом, в результате мониторинга содержания парниковых газов над атмосферой Таджикистана обнаружены высокие концентрации приземного озона и ОСО в высокогорных зонах.

Подписано в печать 31.08.2020г.
Заказ 53. Тираж 200 экз.
Отпечатано в издательско-типографическом секторе Филиала МГУ
имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе
г. Душанбе, ул. Бохтар, 35/1