

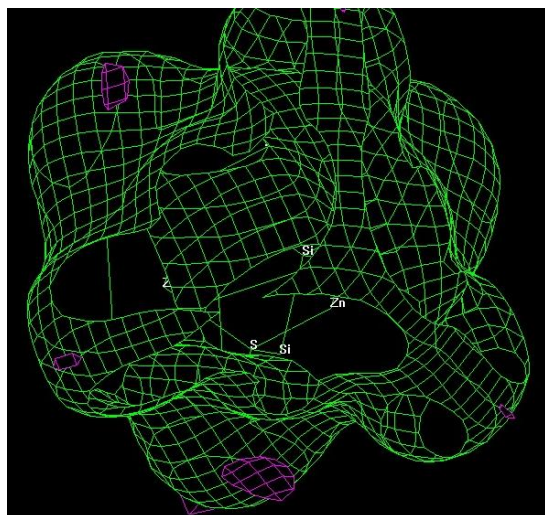


Рис. 2.2. 3d-изображение электростатического потенциала в решетке Si с ячейкой Si_2ZnS

Следует отметить, что электростатический потенциал рассчитывается как потенциальная энергия взаимодействия единицы положительного заряда с молекулярной энергией.

Уравнение Шредингера в подходе полуэмпирического метода решаются для атомов и структур с использованием известных приближений и упрощений. Во всех методах этой группы в расчет вводятся только для валентных электрона (валентное приближение), причем экспериментальные значения делают необходимость расчетов ряда величин и коррекции ошибочных результатов приближений ненужными или минимальными.

Проведенный модельный расчет параметров решетки, зарядового состояния, электростатического потенциала и электронных спектров в элементарной ячейке и в решетке кремния структуры алмаза позволяет в дальнейшем прогнозировать новые свойства кристаллического кремния с различной концентрацией, структурным расположением в узлах решетки и типом кластеров примесных атомов.

Литература

1. Блатов В.А., Шевченко А.П., Пересыпкина Е.В. Полуэмпирические методы квантовой химии. Самара: Изд-во «Универс-групп», 2005. -32 с.
2. Бутырская Е.В. Компьютерная химия: Основы теории и работа с программами GAUSSIAN и GAUSSVIEW. Солон-пресс, 2011. -224 с.
3. Квантовохимические расчеты в органической химии и молекулярной спектроскопии/ К. Я. Бурштейн, П.П. Шорыгин. - М.: Наука, 1989. -104с.
4. Кларк Т. Компьютерная химия. М.: Мир, 1990. - 383 с.
5. Коулсон Ч. Валентность. М.: Мир 1965. - 426с.
6. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов-на-Дону: «Феникс», 1997 – 560 с.
7. Хурсан С.Л. Квантовая механика и квантовая химия. Конспекты лекций. Уфа: ЧП Раянов, 2005. -164 с.

REZYUME. Квант-механик ва молекуляр динамик усулларни қўллаган ҳолда, Si нинг асосий панжараси ва Si нинг асосий пфнжарасидаги Si_2ZnS нинг 3 та тетраэдрал боғдан иборат киришма атомлари кластери бўлган кремний учун зарур бўлган боғланиш параметрларини (заряд ҳолати) ҳисоблашлар амалга оширилди.

РЕЗЮМЕ. Квантово-химическими и молекулярно-динамическими методами были проведены расчеты необходимых характеристик узла (зарядовое состояние) для базовой решетки Si и кремния с примесным кластером, состоящим из 3-х тетраэдрических узлов $\text{Si}_2\text{Zn}_2\text{S}$ в базовой решетке Si

SUMMARY. By applying quantum mechanical and molecular dynamic techniques, the author has performed calculation of required parameters of bonds (charge state) for base matrix of Si and for silicon with impurity cluster consisting of 3 tetrahedral bonds of $\text{Si}_2\text{Zn}_2\text{S}$ in the base matrix of Si.

BIR O‘QLI DEFORMATSIYANING $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ KUPRATI O‘TAO‘TKAZUVCHANLIK KRITIK HARORATIGA TA’SIRI

A.S.Jalekeshov – assistent o‘qituvchi

B.Ya.Yavidov – fizika-matematika fanlari doktori, dotsent

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

Tayanch so‘zlar: kupratlar, massa, (bi)polaron, o‘tao‘tkazuvchanlik.

Ключевые слова: купраты, масса, (би)полярон, сверхпроводимость.

Key words: cuprates, mass, bi(polaron), superconductivity.

Kirish. 1911-yilda H.K. Onnes tomonidan o‘tao‘tkazuvchanlik (O‘O‘) hodisasi kashf etilgandan keyin bu sohada juda ko‘plab tadqiqotlar olib borildi. G.Bednorz va K.A.Muller [1] ishlaridan ilhomlangan P.Chu va uning universitetdagi jamoasi 1987-yilda 90 K dan yuqori o‘tao‘tkazuvchanlik kritik harorati (T_c) ga ega Y-asoli kuprat sintez qildilar [2]. Bugungi kungacha kupratlardagi O‘O‘ ning kelib chiqish mexanzimini tushuntirish uchun bir qancha nazaryalar taklif etilgan. Shunga qaramasdan haligacha umumiy kelishuvga kelinmagan. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) birikmasida qatlamlashgan va zanjirsimon tartibda joylashgan strukturaviy elementlar mavjudligi aniqlangan. Shuning uchun uning kristall strukturasi boshqa kupratlarnikiga qaraganda biroz murakkabligi bilan ajralib turadi.

Bu murakkablik sababli uning O‘O‘ ga o‘tish kritik

harorati- T_c ni, ularning deformatsiya hosilalari ($\partial T_c / \partial \epsilon_i$) va bosim hosilalari ($\partial T_c / \partial p_i$) ni o‘rganish ham boshqa kupratlarga nisbatan murakkabroq va qiziqarli hisoblanadi. YBCO kuprati uchun bunday o‘rganishlar [3-6] adabiyotlarda keltirilgan. Ularning ishlarida keltirilgan qiymatlar bir birlaridan miqdor jihatdan ham ishoralari jihatidan ham keskin farqlarga ega. Shundan ko‘rinib turibdiki bu masala bo‘yicha hali ko‘p izlanishlar olib borish kerak. Kupratlardagi anizotropiya sababli ulardagi bir o‘qli deformatsiyaning T_c ga ta’siri biroz murakkab hisoblanadi. Shuning bilan birga deformatsiya natijasining polaron massasining o‘zgarishini ham inobatga olish zarur hisoblanadi.

Nazariy qism. Kupratlar kuchli bog‘langan elektron va kuchli elektron-fonon tizimi sifatida tavsiflanadi. Bunday

tizimni kengaytirilgan Holstein-Hubbard modeli doirasida o'rganish qulay. Kupratlarda ideal Boze gazini tugunlararo bipolaronlar hosil qiladi va polaron va bipolaron massasi orasida quydagi $m_{bp} = 2m_p$ tenglik o'rinli deb hisoblaymiz. Keyin panjara deformatsiyasi ε_i ($i = a, c$) ni to'g'ridan-to'g'ri Boze-Eynshteyn kondensatsiyasi harorati ($T_{BEK} = T_c$) bilan bog'laymiz:

$$T_{BEK} = \frac{3.31\hbar^2 n^{2/3}}{2k_B m^*} e^{-g^2}. \quad (1)$$

Bu yerda n -bipolaronlar konsentratsiyasi, $\hbar$ (k_B)-Plank (Bolsman) doimiysi, $m^* = \hbar^2/2t(a)a^2$ -effektiv massa. Polaron massasini quydagi formula

$$m_p = m^* e^{g^2} \quad (2)$$

yordamida hisoblaymiz. g^2 -polaron tizimning massa renormalizatsiyasi omili. Uni hisoblash uchun Aleksandrov va Kornilovitch [7] tomonidan kiritilgan 1-rasmdagidek zanjirli model panjarasidan foydalanamiz. Biz hisoblashlarda ionlar orasidagi masofaning haqiqiy qiymatlaridan foydalanamiz.

$$g^2 = 2\gamma E_p / \hbar\omega \quad (3)$$

bunda $\hbar\omega = 75 \text{ meV}$ bo'lib, kupratlarga xos fonon energiyasini ifodalaydi,

$$\gamma = 1 - \sum_m [f_m(n) \cdot f_m(n+a)] / \sum_m [f_m^2(n)] \quad (4)$$

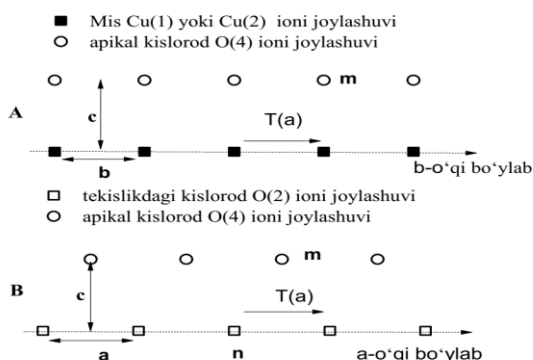
ifoda bilan hisoblanuvchi birliksiz miqdor,

$$E_p = \frac{1}{2M\omega^2} \sum_m f_m^2(n). \quad (5)$$

E_p -polaron energiyasi $\varepsilon_i = 0$ da $T_c = T_{BEK}$ bo'ladigan qilib tanlanadi. M -apikal kislorod ionlari massasi, $f_m(n)$ - CuO_2 tekisligi zaryad tashuvchisi va kislorod apikal ionlari orasidagi elektron-fonon ta'sir kuchi bo'lib, u quydagi ifodadan topiladi

$$f_m(n) = \frac{\kappa c(1-2\varepsilon_c)}{((|n-m|(1-\varepsilon_a))^2 - (c(1-2\varepsilon_c))^2)^{2/3}}. \quad (6)$$

Bu yerda κ -biror koeffitsiyent, $|n-m|$ -panjara doimiysi a birliklari bilan o'lchanadigan masofa. ε_a va ε_c esa i ($i = a, c$) o'qlar bo'ylab deformatsiyani ifodalaydi va $\varepsilon_a = (a_{unst} - a_{str})/a_{uns}$ va $\varepsilon_c = (c_{unst} - c_{str})/c_{uns}$ ifodalar bilan hisoblanadi.



1-rasm. Kupratlarning panjara modeli. A rasmda qatlamlashgan strukturada keltirilgan. Undagi b -ikkita O(1) ioni orasidagi va ikkita O(3) ioni orasidagi masofalarning o'tacha geometrigi, c -Cu(2) ioni va apikal kislorod O(4) ioni orasidagi masofalar. B rasmda zanjirsimon struktura tasvirlangan. Undagi a -O(2)-Cu(1)-O(2) masofa, c -Cu(1) ioni va apikal kislorod O(4) ioni orasidagi masofalar.

O'ksidli o'tao'tkazgichlar srukturaviy tadqiqotlarining ko'pchiligida apikal masofa zaryad taqsimotiga sezilarli ta'sir etishi yozilgan. Deformatsiya T_{BEK} ga g^2 orqali va bipolaronlar konsentratsiyasi- n orqali ham hissa qo'shadi.

Sababi deformatsiya natijasida n ham o'zgaradi. Konsentratsiya deformatsiyani inobatga olgan holda quydagi formuladan hisoblanadi

$$n = n_0(1 - \varepsilon_a)(1 - \varepsilon_b)(1 - \varepsilon_c). \quad (7)$$

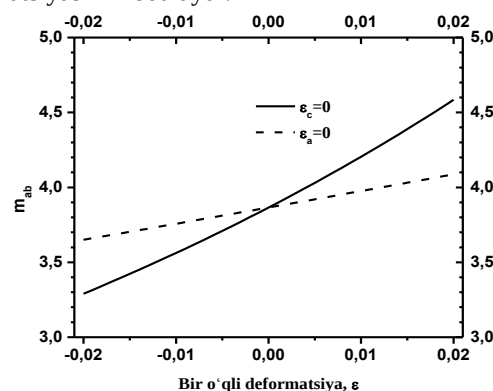
Yuqoridagi formulalardan $\partial T_{BEK} / \partial \varepsilon_i$ qiymatlari aniqlangandan keyin,

$$\frac{\partial T_{BEK}}{\partial \varepsilon_i} = \sum_j C_{ij} \frac{\partial T_{BEK}}{\partial p_i} \quad (8)$$

formula yordamida bir o'qli bosim hosilalari hisoblanadi. Bunda C_{ij} -elastik doimiylari.

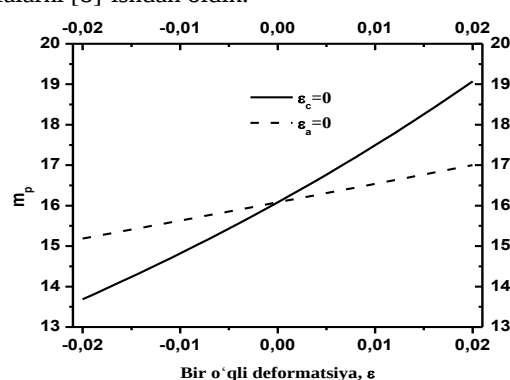
Natijalar va muhokama. Deformatsiyalanmagan $\varepsilon_i = 0$ holatdagi YBCO kuprati uchun $T_c = T_{BEK} = 91 \text{ K}$ (4, 7-rasmlar). Mazkur holatda tekislikdagi polaron massasining qiymati $m_{ab} = 3.865 m_e$ ga teng (2, 5-rasmlar), hajmiy polaron massasining qiymati $m_p = 16.08 m_e$ ga teng (3, 6-rasmlar).

Deformatsiya natijasida YBCO kupratining T_{BEK} o'zgaradi. Bunga sabab deformatsiya natijasida polaron massasining o'zgarishi hisoblanadi. O'zgarish turli o'qlardagi deformatsiya ta'sirida turlicha kechadi. Hisoblashlarimiz natijasida olingan quydagi grafiklarda ularni ko'rishimiz mumkin. Rasmlarda deformatsiya o'qining musbat tarafi siqilish, manfiy tarafi cho'zilish deformatsiyasini ifodalaydi.



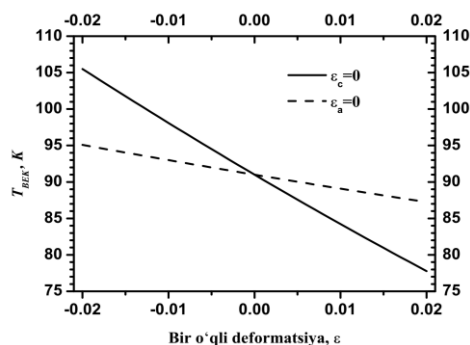
2-rasm. Bir o'qli deformatsiya ($\varepsilon_a, \varepsilon_c$) ta'sirida tekislikdagi polaron massasining o'zgarishi m_e birliklarida berilgan.

2-4-rasmlardagi hisoblashlar 1-A rasmda tasvirlangan struktura uchun. Zanjirsimon struktura uchun a, c -masofalarni [8]-ishdan oldik.



3-rasm. Hajmiy polaron massasining deformatsiya ta'sirida o'zgarishi m_e birliklarida berilgan

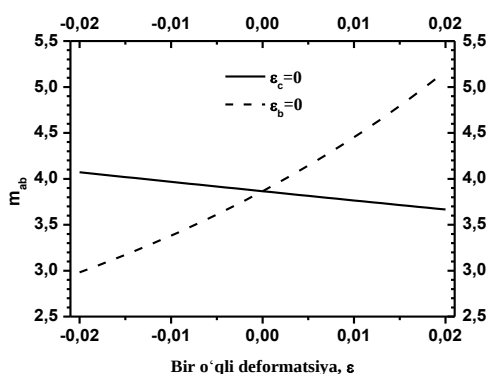
2-3-rasmlardan ko'rinib turibdiki a -, c -o'qlaridagi siqilish (cho'zilish) deformatsiyasi natijasida zaryad tashuvchi (polaron) lar massasi ortadi (kamayadi) bu o'z navbatida T_{BEK} -ning o'zgarishiga olib keladi (4-rasm). Barcha rasmlarda deformatsiya o'qining musbat tarafi siqilishni, manfiy tarafi cho'zilishni bildiradi.



4-rasm. Bir o'qli deformatsiya (ε_a , ε_c) ta'sirida T_{BEK} ning o'zgarishi.

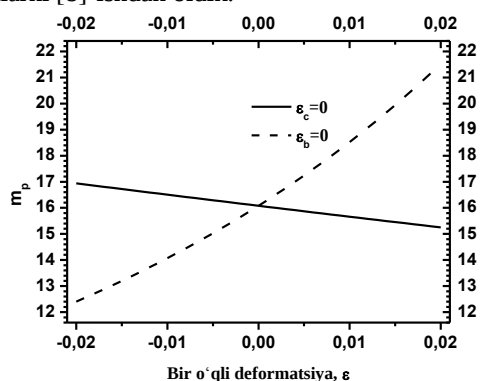
Yuqorida ta'kidlanganidek a -, c -o'qlaridagi bir o'qli siqilish (cho'zilish) deformatsiyasi natijasida T_{BEK} ning qiymati kamayadi (ortadi). Bu rasmdagi $\varepsilon_a = \varepsilon_c = 0$ paytida 3-formula yordamida hisoblangan birliksiz koefitsient $\gamma = 0.419$ ga, polaron energiyasi $E_p = 0.497$ eV ga teng chiqadi.

Endi esa esa xuddi shu jarayonni b , c -o'qlaridagi deformatsiyalar natijasida qanday bo'lishini ko'raylik.



5-rasm. Bir o'qli deformatsiya (ε_b , ε_c) ta'sirida tekislikdagi polaron massasining o'zgarishi m_e birliklarida berilgan.

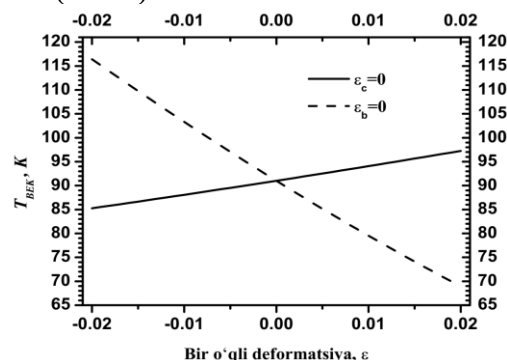
5-7-rasmlardagi hisoblashlar 1-B rasmda tasvirlangan struktura uchun. Qatlamlashgan struktura uchun b , c -masofalarni [8]-ishdan oldik.



6-rasm. Hajmiy polaron massasining bir o'qli deformatsiya (ε_b , ε_c) ta'sirida o'zgarishi m_e birliklarida berilgan

6-rasmda ko'rinib turganidek b - o'qi bo'ylab bir o'qli deformatsiya natijasida polaron massasining o'zgarishi a - va c -o'qlariga teskari effekt bermoqda. Ya'ni b -o'qi bo'ylab bir o'qli siqilish (cho'zilish) deformatsiya ta'sirida

polaron massasi kamay (ort) sa, a - va c - o'qlari bo'ylab siqilish (cho'zilish) deformatsiya ta'sirida polaron massasi orta (kamaya) di. Massalar o'zgarishidagi bunday teskarilik temperatura o'zgarishida ham teskari effekt kuzatilishiga olib keladi (7-rasm).



7-rasm. Bir o'qli deformatsiya (ε_b , ε_c) ta'sirida T_{BEK} ning o'zgarishi.

7-rasmda uzliksiz chiziq b -o'qi, uzun chiziq c -o'qi bo'ylab deformatsiya ta'sirida T_{BEK} ning o'zgarishini bildiradi. Rasmdan b (c)-o'qi bo'ylab cho'zilish deformatsiyasiga uchragan vatda T_{BEK} ning kamayayotganini (ortayotganini), siqilish deformatsiyasiga uchragan vatda T_{BEK} ning ortayotganini (kamayayotganini) ko'ramiz. Bu rasmdagi $\varepsilon_a = \varepsilon_c = 0$ paytida 3-formula yordamida hisoblangan birliksiz koefitsient $\gamma = 0.498$ ga, polaron energiyasi $E_p = 0.418$ eV ga teng chiqadi.

Yuqoridagi hisoblashlardan foydalangan holda, modelimiz doirasida hisoblangan $\partial T_{BEK} / \partial \varepsilon_i$ qiymatlarini taqdim etamiz. Bizning hisoblashlarimizga ko'ra; 1-B rasmda tasvirlangan panjara uchun $\partial T_{BEK} / \partial \varepsilon_a = -693$ K, $\partial T_{BEK} / \partial \varepsilon_c = -196$ K ga (4-rasmdagi T_{BEC} ning ε_i ga bog'liqlik grafigiga mos); 1-A rasmda tasvirlangan panjara uchun $\partial T_{BEC} / \partial \varepsilon_b = +300$ K, $\partial T_{BEK} / \partial \varepsilon_c = -1187$ K qiymatlarni qabul qiladi (7-rasmdagi T_{BEK} ning ε_i ga bog'liqlik grafigiga mos). 8-formulaga [9]-ishda keltirilgan C_{ij} larning qiymatini qo'yib $\partial T_{BEK} / \partial p_a = -3.14$, $\partial T_{BEK} / \partial p_b = 1.98$, $\partial T_{BEK} / \partial p_c = -0.72$ (hammasi K/Gpa da) qiymatlarni topamiz. [10]-ishdagi C_{ij} lardan foydalansak $\partial T_{BEK} / \partial p_a = -3.84$, $\partial T_{BEK} / \partial p_b = 3.19$, $\partial T_{BEK} / \partial p_c = -0.95$ (hammasi K/Gpa da) qiymatlarni topamiz. Natijalarning turlicha bo'layotganing sababi adabiyotlarda C_{ij} qiymatining turlichaligidandir.

Xulosa. YBCO kupratlari uchun deformatsiyaning T_c (T_{BEK}) ta'siri murakkab hisoblanadi. Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar orasida tafovvutlar juda katta. Bizning natijalarimiz ularga sifat jihatdan mos kelsada, ba'zilariga miqdor jihatdan mos kelmaydi. Lekin, natijalarimiz deformatsiya ta'sirida m_m o'zgarishini, T_{BEK} ning o'zgarishini to'g'ri tushuntirmoqda. $\partial T_{BEK} / \partial \varepsilon_i$ va $\partial T_{BEK} / \partial p_i$ larni ham sifatli tushuntirmoqda. Shularni hisobga olgan xolda bizning model YBCO yupqa pardalar o'tao'tkazuvchanligi bo'yicha tajriba natijalarini tahlil qilish va tushuntirishda foydali bo'lishi mumkin deb hisoblaymiz.

Adabiyotlar

1. Bednorz J.G., Muller K.A., Phys. Z. B 64 (1986)189.
2. Schrieffer J.R., Brooks J.S., (eds.). Handbook of high-temperature superconductivity. Springer, 2007.
3. Pickett W.E., Iranian Journal of Physics Research, Vol. 6, No. 3, 2006.
4. Bud'ko S.L. et al., Phys. Rev. B 46 (1992) 1257.
5. Welp U., et al., Phys. Rev. Lett. 69 (1992) 2130.

6. Meingast C., Phys. Rev. Lett. 67, 1634, 1991.
7. Alexandrov A., and Kornilovitch P.E., Phys. Rev. Lett. 82 1999, 807.
8. Calestani G. and Rizzoli C., Nature 328, 606, 1987.
9. Ledbetter H. and Lei M., Mater J. Res.6, 2253. 1991, 11.
10. Ludwig H.A. et al., Physica C 197. 1992, 113.

РЕЗЮМЕ. Мақоллада бир о'қли деформация та'сирда YBCO kuprati polaron massasi va Boze-Eynshteyn kondensatsiya harorati qiymatining o'zgarishini o'rganish uchun maqbul yondashuv taklif etilgan. Bundan tashqari T_{BEC} ning bir o'qli deformatsiya hosilalariga oid hisoblashlar natijalari taqdim etilgan.

РЕЗЮМЕ. В статье изучено изменение массы полярона и значения температуры конденсации Бозе-Эйнштейна в купрате YBCO под действием одноосной деформации. Кроме того, представлен результат расчета производных одноосной деформации от T_{BEC} .

SUMMARY. In the article, the change in the mass of the polaron and the value of the Bose-Einstein condensation temperature is presented in YBCO cuprate under the action of uniaxial deformation. In addition, the result of calculations are studied of derivatives of uniaxial strain from T_{BEC} .

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КОЛЛЕКТОРНЫХ, РЕЧНЫХ, КАНАЛЬНЫХ И ПОДПОЧВЕННЫХ ВОД ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

А.Жумамуратов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент

М.А.Жумамуратов – доктор биологических наук (DSc), доцент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажсинияза

Таянч сўзлар: Орал, сув, нейтрон-фаоллашуви таҳлили, кимёвий таркиб, зичлик, ер ости сувлари, коэффициент, дарё сувлари, коллектор сувлари.

Ключевые слова: Арал, вода, нейтронно-активационный анализ, химический состав, интенсивность, подпочвенные воды, коэффициент, речные воды, коллекторные воды.

Key words: Aral, water, neutron-activation analysis, chemical composition, intensity, subsoil waters, coefficient, river waters, collector waters.

Поступление и перераспределение огромной массы солей и микроэлементов с фильтрационными водами из каналов, с оттоками грунтовых вод с орошаемых массивов, со сбросами дренажно-коллекторных вод в открытые оазисы привело к глубокой трансформации природной среды зоны Южной Приаралья, особенно в бывшей дельте Амударьи.

Результаты нейтронно-активационного анализа вод Амударьи показывают, что самое низкое содержание химических элементов наблюдается в летнее время (июль более-менее стабилен), а в зимние, весенние и осенние периоды происходит загрязнение практически всеми элементами [1].

Сравнительный анализ вод по элементному составу приводится в таблице 1. Отсюда видно, что состав вод региона по отношению к речной воде имеет достаточную вариабельность состава в сторону увеличения содержания элементов. Так, дренажно-коллекторные воды, взаимодействуя с почвой, вымывают из нее Na, K, Cl, Ca, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Cd, Cs, Sb, Ba, La, Eu, U и, тем самым, обогащаются этими элементами и, попадая впоследствии в русло рек, заново загрязняют состав речных вод.

Такие элементы как Se, Co, W, Au, Hg, Ce, Th по-видимому, в почве находятся в труднорастворимой форме, и поэтому их миграция с водой затруднена.

Элементный состав канальных вод полностью отражает состав речных вод. В условиях Каракалпакии, где идет повсеместное засоление почв и деградация растительного покрова, вышеуказанная закономерность не всегда сохраняется.

Сравнительный анализ состава речной воды (Амударья) с канальными водами (Суенли, Кызкеткен, Карабайлы) находящиеся в республике Каракалпакстан) показывает, что при поступлении речных вод в русло канала воды загрязняются Na, K, Cl, Ca, Cr (только Суенли), Fe, Cu (за исключением Карабайлы), Zn, As, Se (за исключением Суенли), Ba, Eu, Th (за исключением Суенли) и U. Степень загрязнения состава канальных вод изменялась от 1,05 до 30 (Ba) раз. В то же время имеет место обеднение вод калием (канал Карабайлы), Cr (Кызкеткен и Карабайлы), Mn, Co, Cu (Карабайлы), Cs, Rb (Кызкеткен, Карабайлы), La, Au, Hg, Ce (Суенли, Кызкеткен), Th.

Отбор канальных вод произведен на расстоянии 25-30 км от водозабора. Поэтому отдельные отклонения результатов по каналам мы связываем с тем, что в зависимости от состояния дна канала и стоков вод с окружающих территорий, одни элементы достаточно хорошо сорбируются на геохимических барьерах, а другие находятся в легкорастворимой или коллоидной формах, и попадают в русло рек, каналов с грунтовыми водами.

Таблица 1. Микроэлементный состав речных, канальных, коллекторных и подпочвенных вод Каракалпакии (мкг/л, *мг/л)

	река Амударья	канал Суенли	C_k/C_p	канал Кызкеткен	C_k/C_p	канал Карабайлы	C_k/C_p	Подпочвенная вода	C_p/C_p	Коллектор	C_k/C_p
Na*	200,0	245,0	1,2	214,0	1,0	207,0	1,04	794,0	3,97	620	3,1
K*	120,9	140,0	1,1	131,0	1,0	134,0	1,0	-	-	144,0	1,2
Cl*	220,0	312,0	1,42	254,0	1,1	232,0	1,05	414,0	1,88	364,0	1,65
Ca*	210,0	246,0	1,17	321,0	1,5	224,0	1,07	568,0	2,7	479,0	2,3
Sc	0,053	0,022	0,42	0,04	0,7	0,15	3,0	0,03	0,57	0,044	0,83
Cr	5,2	6,7	1,29	4,6	0,8	4,3	0,83	8,76	1,68	7,0	1,35
Mn	8,0	3,5	0,44	3,1	0,4	3,4	0,43	11,0	1,38	12,0	1,5
Fe	1,06	3,51	3,31	8,8	8,3	2,4	2,26	1,92	1,81	2,49	2,34
Co	1,1	0,28	0,25	0,1	0,1	0,22	0,2	1,52	1,38	0,09	0,08
Cu	1,29	7,2	5,6	2,0	1,5	0,9	0,7	-	-	24,8	19,0
Zn	2,6	14,5	5,6	12,0	4,6	12,6	4,8	5,3	2,04	7,0	2,7
As	0,022	-	-	0,07	3,9	-	-	1,4	3,36	0,65	2,95
Se	0,08	0,01	0,13	0,54	6,7	0,52	6,5	1,52	19,0	0,16	2,0
Br	11,0	102	9,8	100,4	9,1	92,5	8,4	-	-	174,3	15,8
Rb	1,0	2,4	9,4	0,6	0,6	0,9	0,9	3,8	3,8	1,8	1,8