

Спектральный анализ содержания металлов в образце воды р.Ак-Тюз, прошедшей очистку (табл. 3), показал, что свинец удален полностью, содержание других элементов: никеля ( $0,3 \cdot 10^{-3}$ ), стронция ( $5 \cdot 10^{-2}$ ), бария ( $2 \cdot 10^{-2}$ ) - осталось без изменения; содержание титана  $0,012 \cdot 10^{-1}$ /ПДК, снизилось незначительно. Химический анализ пробы очищенной воды р.Ак-Тюз подтвердил снижение содержания свинца, кадмия, мышьяка до значений ниже ПДК, за исключением ртути.

Таким образом, *очистка исследованных образцов природных вод экспресс-методом с помощью реагента «R» свидетельствует, в целом, о его эффективности по удалению кадмия, цинка, меди, однако по отношению к природным водам, в составе которых значительно превышено содержание ртути, реагент «R» недостаточно эффективен, что требует проведения дополнительных исследований по удалению избытка ртути в воде.*

Исследование микробиологических показателей в пробе воды р.Барскаун после очистки ее реагентом «R» показало, что общее микробное число, равное 70, снизилось и не превышает нормативный показатель (не более 100). Таким образом, в микробиологическом плане исследуемая проба воды р. Барскаун после очистки реагентом «R» стала чистой. Микробиологические показатели пробы воды реки Теплые ключи: общее микробное число после очистки (70) при норме (не более 100), отсутствие общих колиформных бактерий, термотолерантных колиформных бактерий, глюкозоположительных колиформных бактерий, спор сульфитредуцирующих клостридий *P.aeruginosa* после их очистки реагентом «R» также свидетельствуют о хорошем уровне очистки. Проба р. Ак-Тюз в микробиологическом плане безопасна. Таким образом, *применение реагента «R» для экспресс-очистки природных вод от микробиологических загрязнений является вполне эффективным.*

#### **Выводы:**

1. Исследовано содержание токсичных металлов (Pb, Cd, Cu, As, Hg) и микробиологической загрязненности ряда источников пресной воды севера КР рек: Барскаун, Теплые ключи, Ак-Тюз.

2. Установлена эффективность авторского метода по удалению токсичных металлов: свинца, кадмия, мышьяка, меди, цинка (кроме ртути) и микробиологических загрязнений из исследованных природных источников пресной воды.

#### **Список литературы**

1. Руководство по контролю качества питьевой воды. Т. 1-3. Гигиенические критерии и другая релевантная информация.- ВОЗ. - Женева, 1984 - 1987.

2. Беспмятников Г.П. Предельно допустимый уровень концентрации химических веществ в окружающей среде/ Г.П. Беспмятников, Ю.А. Кротов.- Л.: Химия.- 1987.- 245с.

3. Резников А.А. Методы анализа природных вод/ А.А. Резников, Е.П. Муляковская, И.Ю. Соколов.- М.: Недра, 1970. – 417 с.

УДК 622.765+665.75

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУРЬМУСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ И ЧАСТИЦ В СРЕДЕ: $C_2H_4O_3 - Sb_2O_3 - H_2O$**

*Маймеков Зарлык Капарович, д.т.н., профессор, Кыргызско-Турецкий Университет Манас, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, Джал, e-mail: z.maymekov@mail.ru*

*Самбаева Дамира Асанакуневна, д.т.н., профессор, ИГДиГТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720001, г. Бишкек, пр.Чуй 215, e-mail: damira\_sam@mail.ru*

*Шабданова Элмира Асанбековна, м.н.с., Институт химии и химической технологии НАН КР, Кыргызстан, 720071, г.Бишкек, пр.Чуй 267, e-mail: elmira.shabdanova@mail.ru*

Цель статьи – экспериментальное исследование гетерогенной системы: гликолевая кислота-оксид сурьмы (III)-вода и определение концентрации отдельных компонентов и частиц в газовой фазе при различных значениях температуры. Равновесные составы и концентрации компонентов, образующихся в системе:  $C_2H_4O_3 - Sb_2O_3 - H_2O$  показали распределение конденсированных частиц сурьмы. Максимальное значение концентраций конденсированной сурьмы соответствует 1,37 моль/кг при 448 К. Конденсированная сурьма в пирометаллургических процессах образуется в пределах температуры от 448 К до 998К. Оксид сурьмы  $Sb_2O_3(c)$  образуется при 298 - 398 К.

**Ключевые слова:** концентрация, распределение, процесс, система, сурьма, гликолевая кислота, оксид, оксикарбоновая кислота, вода

## DISTRIBUTION OF ANTIMONY-CONTAINING COMPONENTS AND PARTICLES IN ENVIRONMENT: $C_2H_4O_3 - Sb_2O_3 - H_2O$

*Maymekov Zarlyk K., Dr., Prof., Kyrgyz-Turkish University Manas, Djal, 720044, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: z.maymekov@mail.ru*

*Sambaeva Damira A., Dr., Prof., Institute of Mining and Mining Technologies named after academician U. Asanlyev of KSTU named after I.Razzakov, 215 Chui avenue, 720001, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: damira\_sam@mail.ru*

*Shabdanova Elmira A., junior researcher, Institute of Chemistry and Chemical Technology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, 267 Chui avenue, 720071, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: elmira.shabdanova@mail.ru*

Article purpose -an experimental study of heterogeneous system: glykol acid - antimony (III) oxide - water and determination of concentration of separate components and particles in a gas phase at various values of temperature. Equilibrium structures and concentration of the components which are formed in system:  $C_2H_4O_3 - Sb_2O_3 - H_2O$  showed distribution of the condensed antimony particles. The maximum value of concentration of the condensed antimony corresponds 1,37 mol/kg at 448 K. The condensed antimony in pyrometallurgical processes is formed within temperature from 448K to 998 K. Oxide of  $Sb_2O_3 (c)$  antimony is formed at 298-398 K.

**Keywords:** concentration, distribution, process, system, antimony, glykol acid, oxide, hydroxyl acid, water

В последние годы в технологических целях часто применяют оксикарбоновые кислоты [1, 2], однако использование их в качестве основного растворителя при производстве сурьмы и ее соединений носит чисто аналитический характер. Между тем, отдельные соли оксикарбоновых кислот более устойчивы, не подвергаются гидролизу при нагревании и, особенно, при разбавлении водой. Соответственно изучение физико-химических характеристик отдельных гетерогенных систем, в частности с участием гликолевой кислоты:  $C_2H_4O_3 - Sb_2O_3 - H_2O$  с целью установления концентрационного распределения сурьмосодержащих компонентов и частиц в растворах при широких интервалах изменения температуры, соответствующих режиму работ пирометаллургического выщелачивания соединений сурьмы, является актуальной научной задачей.

Изучение гетерогенной системы: оксид сурьмы - гликолевая кислота - вода осуществлено при максимуме энтропии системы (рис.1, табл.1-2). Методическую основу расчетных параметров составили модели, для которых предусматривается возможность образования газообразных веществ, электронеутральных и ионизированных компонентов. В

базу данных термодинамических свойств индивидуальных веществ включена информация об оксидах сурьмы, гликолевой кислоты и воды [3].

На рис.1. приведены равновесные составы и концентрации основных компонентов, образующихся в системе  $C_2H_4O_3-Sb_2O_3-H_2O$  (3:1:1), при  $P=0,1$  МПа. В табл.1 представлено изменение свойств системы:  $C_2H_4O_3 - Sb_2O_3-H_2O$  (3:1:1) при  $P=0,1$  МПа,  $T=298-1000$  К,  $\mu=39,06$  моль/кг,  $MMq=22,85$  г/моль,  $Rq=366,18$  Дж/(кг·К),  $z=0,20$  [4, 5].

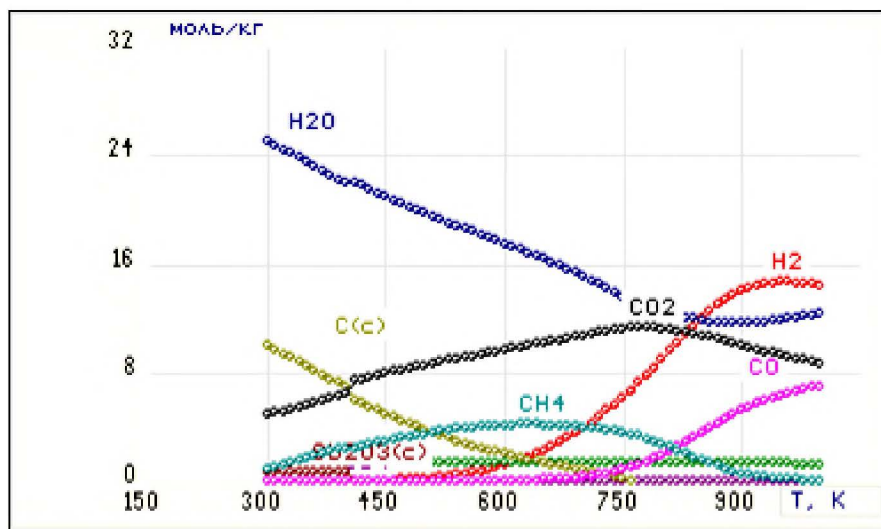


Рис. 1. Равновесные составы и концентрации компонентов, образующихся в системе  $C_2H_4O_3-Sb_2O_3-H_2O$  (3: 1:1), при  $P=0,1$  МПа

Таблица 1

Изменение свойств системы:  $C_2H_4O_3-Sb_2O_3- H_2O$  (3:1:1), при  $P=0,1$  МПа,  $T=298-1000$  К,  $\mu=39,06$  моль/кг,  $MMq=22,85$  г/моль,  $Rq=366,18$  Дж/(кг·К),  $z=0,20$

T, К	$V \cdot 10^2$ , м <sup>3</sup> /кг	S, кДж/(кг·К)	L, кДж/кг	U, кДж/кг	$C'p \cdot 10^4$ , кДж/(кг·К)	$Mu \cdot 10^5$ , Па·с	$Lt \cdot 10^5$ , Вт/(м·К)	$Pt \cdot 10^3$
298	76,38	6,23	-8524,56	-8524,53	14350,9	1,09	2498,39	675,25
348	89,19	6,46	-8451,46	-8464,23	14815,9	1,31	3353,46	604,76
398	102,03	6,66	-8376,75	-8402,34	15076,3	1,53	5594,26	432,48
448	118,77	7,03	-8223,65	-8263,38	15475,3	1,76	10841,5	265,49
498	132,32	7,20	-8143,61	-8196,71	16688,6	1,96	23223,7	153,71
548	146,34	7,37	-8054,86	-8121,59	19042,8	2,16	46619	99,25
598	161,31	7,55	-7950,43	-8031,31	23055,1	2,36	84073,7	74,53
648	177,88	7,76	-7820,51	-7916,55	29355,7	2,55	135064	64,93
698	196,96	8,01	-7651,58	-7764,41	38848,6	2,74	193226	64,87
748	219,73	8,32	-7424,3	-7556,45	53005,9	2,94	245698	73,60
798	247,34	8,71	-7124,71	-7279,64	66823,9	3,12	272851	91,25
848	279,08	9,14	-6769,72	-6950,68	71976,6	3,31	234107	120,98
898	309,76	9,51	-6446,59	-6653,51	53809,6	3,48	116704	188,08
948	333,94	9,77	-6211,8	-6440,71	31792,2	3,64	21044,5	634,08
998	353,73	9,90	-6076,85	-6324,91	23946,5	3,79	15048,9	672,34

Таблица 2

Равновесные составы и концентрации компонентов (моль/кг), образующихся в системе:  $C_2H_4O_3-Sb_2O_3-H_2O$  (3:1:1), при  $P=0,1$  МПа

Состав	Температура, Т														
	298	348	398	448	498	548	598	648	698	748	798	848	898	948	998
H	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,43E-20	2,91E-18	2,44E-16	1,04E-14	2,61E-13	4,24E-12	4,88E-11	4,14E-10	2,65E-09	1,31E-08	5,34E-08
H <sub>2</sub>	0,000198	0,002386	0,015266	0,063479	0,20295	0,5253	1,15648	2,23655	3,88252	6,14193	8,97529	11,9531	14,0604	14,6581	14,4328
OH	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	3,91E-22	4,55E-20	2,54E-18	7,91E-17	1,54E-15	2,13E-14	2,27E-13	2,01E-12	1,54E-11	9,95E-11
H <sub>2</sub> O	25,0409	23,5008	21,9603	20,9792	19,7364	18,5971	17,4945	16,3497	15,0814	13,6168	12,525	11,8486	11,6399	11,9085	12,3716
Sb(c)	1E-30	1E-30	1E-30	1,37222	1,37222	1,37222	1,37222	1,37222	1,37221	1,3721	1,37122	1,36572	1,3387	1,2871	1,19206
Sb	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	3,27E-20	1,15E-17	1,53E-15	9,56E-14	3,33E-12	7,31E-11	1,1E-09	1,22E-08	1,02E-07	5,87E-07	2,75E-06
Sb <sub>2</sub>	1,93E-22	1,93E-22	6,6E-22	3,7E-18	2,01E-15	3,41E-13	2,43E-11	8,94E-10	1,96E-08	2,86E-07	3E-06	2,39E-05	0,000149	0,000576	0,001847
Sb <sub>3</sub>	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	2,41E-19	1,45E-16	2,96E-14	2,62E-12	1,22E-10	3,38E-09	6,21E-08	8,06E-07	7,71E-06	3,85E-05	0,000152
Sb <sub>4</sub>	1,93E-22	1,93E-22	5,41E-19	3,27E-15	1,07E-12	1,18E-10	5,87E-09	1,57E-07	2,61E-06	2,97E-05	0,000249	0,001613	0,008295	0,020945	0,043936
SbO	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	3,62E-22	6,9E-20	5,86E-18	2,65E-16	7,21E-15	1,36E-13	1,96E-12	2,35E-11	2,17E-10	1,66E-09
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (c)	0,686111	0,686111	0,686111	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30
SbH	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	7,63E-20	5,34E-17	1,15E-14	1,02E-12	4,57E-11	1,2E-09	2,07E-08	2,5E-07	2,23E-06	0,000015	6,86E-05	0,000258
SbH <sub>3</sub>	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,11E-20	2,83E-18	2,57E-16	1,08E-14	2,46E-13	3,47E-12	3,28E-11	2,24E-10	1,12E-09	4,06E-09	9,78E-09	1,97E-08
C(c)	9,99455	8,45555	6,92153	4,93531	3,76202	2,782	1,98619	1,34869	0,803408	0,20701	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30	1E-30
CO	3,68E-10	5,93E-08	2,71E-06	5,71E-05	0,000616	0,004318	0,021949	0,087344	0,287228	0,810408	1,87406	3,49907	5,18904	6,324	7,02499
CO <sub>2</sub>	4,86448	5,63452	6,40475	7,92445	8,54555	9,11337	9,65584	10,1956	10,7298	11,2004	11,2146	10,7403	9,9996	9,2978	8,71578
CH <sub>3</sub>	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	8,48E-21	2,34E-18	2,28E-16	1,02E-14	2,46E-13	3,64E-12	3,6E-11	2,27E-10	8,72E-10	1,9E-09	2,48E-09	2,58E-09
CH <sub>4</sub>	0,919701	1,68865	2,45244	2,9189	3,47053	3,87903	4,11472	4,1471	3,95827	3,56081	2,69007	1,53938	0,590071	0,156907	0,037951
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	3,23E-22	1,24E-19	1,74E-17	1,13E-15	3,98E-14	8,49E-13	9,54E-12	5,19E-11	1,22E-10	1,35E-10	1,08E-10
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,33E-21	3,84E-18	1,38E-15	1,19E-13	4,35E-12	8,01E-11	8,77E-10	6,37E-09	3,31E-08	1,29E-07	3,13E-07	4,11E-07	2,5E-07	7,61E-08	1,82E-08
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	9,25E-21	8,65E-19	3,62E-17	8,05E-16	1,07E-14	9,22E-14	4,37E-13	1,01E-12	9,59E-13	4,19E-13	1,36E-13
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,39E-09	4,21E-08	2,44E-07	7,89E-07	2,15E-06	4,65E-06	8,4E-06	0,000013	1,73E-05	1,99E-05	1,59E-05	7,4E-06	1,63E-06	1,85E-07	1,74E-08
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	6,89E-16	3,19E-14	4,77E-13	3E-12	1,44E-11	4,87E-11	1,26E-10	2,57E-10	4,23E-10	5,63E-10	4,35E-10	1,52E-10	1,8E-11	8,15E-13	2,85E-14
CHO	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,31E-20	1,57E-18	8,9E-17	2,81E-15	5,52E-14	6,81E-13	5,41E-12	2,77E-11	9,85E-11	2,8E-10
CHO <sub>2</sub>	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	2,66E-21	2,36E-19	9,88E-18	2,31E-16	3,4E-15	3,42E-14	2,44E-13	1,27E-12	5,14E-12	1,7E-11	4,89E-11
CH <sub>2</sub> O	2,13E-21	4,45E-18	1,32E-15	1,09E-13	3,59E-12	6,16E-11	6,46E-10	4,62E-09	2,43E-08	9,91E-08	3,02E-07	6,76E-07	1,08E-06	1,29E-06	1,35E-06
CH <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	8,37E-13	2,66E-11	3,45E-10	2,63E-09	1,25E-08	4,43E-08	1,25E-07	2,98E-07	6,09E-07	1,09E-06	1,67E-06	2,2E-06	2,49E-06	2,54E-06	2,49E-06
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	6,05E-14	1,02E-12	7,8E-12	3,65E-11	1,21E-10	3,13E-10	6,69E-10	1,22E-09	1,93E-09	2,66E-09	2,77E-09	2E-09	9,18E-10	2,92E-10	8,44E-11
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	1,93E-22	2,75E-20	2,69E-18	8,12E-17	1,27E-15	1,15E-14	6,82E-14	2,87E-13	9,01E-13	2,17E-12	3,03E-12	2,03E-12	5,32E-13	6,16E-14	5,6E-15

Распределение сурьмусодержащих частиц в газовой фазе (моль/кг) в зависимости от температуры

T	Sb(c)	Sb	Sb <sub>2</sub>	Sb <sub>3</sub>	Sb <sub>4</sub>	SbO	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (c)	SbH	SbH <sub>3</sub>
298	1E-30	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	0,686111	1,93E-22	1,93E-22
348	1E-30	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	0,686111	1,93E-22	1,93E-22
398	1E-30	1,93E-22	6,6E-22	1,93E-22	5,41E-19	1,93E-22	0,686111	1,93E-22	1,93E-22
448	1,37222	1,93E-22	3,7E-18	1,93E-22	3,27E-15	1,93E-22	1E-30	7,63E-20	1,11E-20
498	1,37222	3,27E-20	2,01E-15	2,41E-19	1,07E-12	1,93E-22	1E-30	5,34E-17	2,83E-18
548	1,37222	1,15E-17	3,41E-13	1,45E-16	1,18E-10	3,62E-22	1E-30	1,15E-14	2,57E-16
598	1,37222	1,53E-15	2,43E-11	2,96E-14	5,87E-09	6,9E-20	1E-30	1,02E-12	1,08E-14
648	1,37222	9,56E-14	8,94E-10	2,62E-12	1,57E-07	5,86E-18	1E-30	4,57E-11	2,46E-13
698	1,37221	3,33E-12	1,96E-08	1,22E-10	2,61E-06	2,65E-16	1E-30	1,2E-09	3,47E-12
748	1,3721	7,31E-11	2,86E-07	3,38E-09	2,97E-05	7,21E-15	1E-30	2,07E-08	3,28E-11
798	1,37122	1,1E-09	3E-06	6,21E-08	0,000249	1,36E-13	1E-30	2,5E-07	2,24E-10
848	1,36572	1,22E-08	2,39E-05	8,06E-07	0,001613	1,96E-12	1E-30	2,23E-06	1,12E-09
898	1,3387	1,02E-07	0,000149	7,71E-06	0,008295	2,35E-11	1E-30	0,000015	4,06E-09
948	1,2871	5,87E-07	0,000576	3,85E-05	0,020945	2,17E-10	1E-30	6,86E-05	9,78E-09
998	1,19206	2,75E-06	0,001847	0,000152	0,043936	1,66E-09	1E-30	0,000258	1,97E-08

Равновесные составы и концентрации компонентов (моль/кг), образующихся в системе:  $C_2H_4O_3-Sb_2O_3-H_2O$  (3:1:1) при  $P=0,1$  МПа,  $T=298-1000$  К (табл.2-3) показали распределение конденсированных частиц сурьмы: 1,37-1,19 моль/кг в пределах 448-998 К. Максимальное значение концентраций конденсированной сурьмы соответствует 1,37 моль/кг при 448 К. Содержание конденсированного оксида сурьмы  $Sb_2O_3(c)$  равно 0,68 моль/кг в пределах изменения температуры 298-398 К. Отсюда следует, что конденсированная частица сурьмы в пирометаллургических процессах образуется в пределах изменения температуры от 448 К до 998 К;  $Sb_2O_3(c)$  образуется при 298-398 К.

**Условные обозначения:**  $C_p'$ - удельная теплоемкость (равновесная), кДж/(кг·К);  $C_p'g$ -теплоемкость газовой фазы (равновесная), кДж/(кг·К);  $I$  -полная энтальпия, кДж/кг;  $L_t$ -коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);  $L_t'$ - полная теплопроводность, Вт/(м·К);  $MMg$  - молярная масса газовой фазы, г/моль;  $Mu$  - коэффициент динамической вязкости, Па·с;  $\mu$ -число молей, моль/кг;  $Pr'$ - число Прандтля (равновесное);  $Rg$ - газовая постоянная, Дж/(кг·К);  $S$ - энтропия, кДж/(кг·К);  $U$ - полная внутренняя энергия, кДж/кг;  $V$ - удельный объем, м<sup>3</sup>/кг;  $z$ - массовая доля конденсированных фаз.

**Выводы:** Результаты исследований могут быть использованы при разработке технологии выщелачивания сурьмосодержащих компонентов из некондиционных руд и вторичного сырья, а также при подборе эффективного выщелачивающего агента при высоких температурах.

#### Список литературы

1. Усубакунов М.У. Исследование соединений сурьмы (III) с оксикарбоновыми кислотами и разработка способов получения особо чистых сурьмы и ее соединений // Фрунзе, 1981. - С.28-31.
2. Соложенкин П.М. Развитие обогащения и переработки золото-сурьмяных руд и концентратов Республики Саха (Якутия) в зоне вечной мерзлоты/ П.М. Соложенкин // Вестник XXI. Москва, 2005. - С. 344-352.
3. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Г.Б Синярев и др.-М.: Наука, 1982. – 264 с
4. Физико-химическое моделирование системы  $H_2C_4H_4O_6-Sb_2S_3-H_2O$  и определение спектра концентрационного распределения сурьмосодержащих компонентов в газовой фазе/ Э.А. Шабданова и др. // Наука и новые технологии, Бишкек. - 2012. - №4. - С.121-125.
5. Шабданова Э.А. Использование органических оксикислот в процессах выщелачивания и комплексообразования металлов/ Э.А. Шабданова // Известие вузов. Бишкек, 2015. - №2. - С.95-102.

УДК 544.32:546.86

#### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ: СУЛЬФИД СУРЬМЫ-ЯБЛОЧНАЯ КИСЛОТА-ВОДА ПРИ МИНИМУМЕ ЭНЕРГИИ ГИББСА

*Маймеков Зарлык Капарович, д.т.н., профессор, Кыргызско-Турецкий Университет Манас, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, Джал, e-mail: z.maumekov@mail.ru*

*Самбаева Дамира Асанакуневна, д.т.н., профессор, ИГДигТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720001, г. Бишкек, пр.Чуй 215, e-mail: damira\_sam@mail.ru*

*Тунгучбекова Жылдыз Тунгучбековна, преп. ИГДигТ им. академика У.Асаналиева, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720001, г.Бишкек, пр.Чуй 215, e-mail: jika\_azim@mail.ru*

Цель статьи – физико-химическое моделирование гетерогенной системы: сульфид сурьмы – яблочная кислота – вода. Расчет включил использование нескольких баз исходных