

Визуальное наблюдение растительного покрова (естественного и культурного) близлежащих территории комбината показало, что деятельность комбината в настоящее время отрицательного влияния на степень растительного покрытия не оказывает.

Выводы: 1) Изучение экологического состояния почв показала, что на плодородие обыкновенных сероземов, работа комбината влияние не оказывает.

2) В результате мониторинга за состоянием растительного покрова установлена, что работа комбината существенного влияние не оказывает, на флору близлежащих территорий Карабалтинского горнорудного комбината.

Список литературы

1. Мамытов А.М. Особенности почвообразования в горных почвах/А.М. Мамытов. - Фрунзе: Кыргызстан, 1973. - 78 с.
2. Мамытов А.М. Почвы Киргизской ССР/ А.М. Мамытов. - Фрунзе, Илим. 1974. - 460 с.
3. Мамытов А.М. Биологическая продуктивность высшей растительности основных типов горных почв/ А.М., Мамытов С.И., Воронов, Н.А. Карабаев //Тез. докл. 4 Республ. конф. почвоведов, ч.1. - Алма-Ата. 1978 - 86 с.
4. Жумабаев Э.Ж. Агрофизические и химические свойства почвы и их изменение в условиях Чуйской долины. Бишкек, Афтореф. докт. диссерт. 2005 г.- 42 с.
5. Бекболотова А.К., Исабекова В.Ш., Кенжахимов К.К. Особенности экологического состояния ферментативной активности почв Чуйской долины/ А.К. Бекболотова, В.Ш. Исабекова, К.К. Кенжахимов // Инженер. Бишкек, 2015. - №9.- С. 386-390.
6. КЫРГЫЗСКО – РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОВЕТ. Свидетельство ОАО «Карабалтинский Горнорудный Комбинат». Протокол №9 заседания Правления от 03 декабря 2013 г.

УДК 622.765+665.75

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУРЬМУСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ И ЧАСТИЦ В ВОДНО-ЯНТАРНОЙ КИСЛОТНОЙ СРЕДЕ

Самбаева Дамира Асанакуневна, д.т.н., профессор, ИГДуГТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720001, 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, Бишкек, пр.Чуй 267, e-mail: elmira.shabdanova@mail.ru

Сыдыков Жыргалбек Дюйшекевич, к.т.н., доцент, ИГДуГТ им. академика У.Асаналиева, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720001, Бишкек, пр.Чуй 215, e-mail: sydykov.baig.72@mail.ru

Проведено экспериментальное исследование гетерогенной системы: янтарная кислота - сульфид сурьмы (III) - оксид сурьмы (III) - вода и определены концентрации отдельных компонентов и частиц в газовой фазе при различных значениях температуры. Равновесные составы и концентрации компонентов, образующихся в системе: $C_4H_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ показали распределение конденсированных частиц, в том числе сурьмы: H, H₂, OH, H₂O, S, S₂, S₃, SO, SO₂, S₂O, SH, H₂S, SOH, H₂SO, Sb(c), Sb, Sb₂, Sb₃, Sb₄, SbO, Sb₂O₃(c), SbH₃, SbS, Sb₂S₃(c), C(c), C, CO₂, CH₃, CH₄, C₂H₂, C₂H₃, C₂H₄, C₂H, C₂H₆, C₃H₆, C₃H₈, CHO, CHO₂, CH₂O, CH₂O₂, C₂H₄O₂, C₃H₆O, CS, CS₂, COS. Максимальное значение концентраций конденсированной сурьмы соответствует 2,12483 моль/кг при 698 К. Конденсированная сурьма в пирометаллургических процессах образуется в пределах температуры от 448 К до 998 К. Оксид сурьмы Sb₂O₃(c) образуется при 298-398 К. Сульфид сурьмы Sb₂S₃(c) имеет место в пределах изменения температуры 298-648 К.

Ключевые слова: концентрация, распределение, сурьма, янтарная кислота, оксид, сульфид, оксикарбоновая кислота, вода

DISTRIBUTION OF ANTIMONY-CONTAINING COMPONENTS AND PARTICLES IN THE WATER-SUCCINIC ACID ENVIRONMENT

Sambaeva Damira Asanakunovna, Dr., Prof., Institute of Mining and Mining Technologies named after academician U. Asanaliyev of KSTU named after I.Razzakov, 215 Chui avenue, 720001, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: damira_sam@mail.ru

Shabdanova Elmira Asanbekovna, Junior Scientist, Institute of Chemistry and Chemical Technology of NAS KR, 267 Chui avenue, 720071, Bishkek, Kyrgyzstan. e-mail: elmira.shabdanova@mail.ru

Sydykov Jyrgalbek Duishekeevich, PhD, Assistant Prof., Institute of Mining and Mining Technologies named after academician U. Asanaliyev of KSTU named after I.Razzakov, 215 Chui avenue, 720001, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: sydykov.baig.72@mail.ru

Article purposes an experimental study of a heterogeneous systems: succinic acid, antimony sulfide (III) – oxide antimony (III) – water and determination of the concentration of particles of the individual components in the gas phase at various temperatures. The equilibrium compositions and concentrations of components formed in the system: $S_4N_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ showed the distribution of the condensed particles, including antimony: H, H_2 , OH, H_2O , S, S_2 , S_3 , SO, SO_2 , S_2O , SH, H_2S , SOH, H_2SO , Sb(c), Sb, Sb_2 , Sb_3 , Sb_4 , SbO, $Sb_2O_3(c)$, SbH_3 , SbS, $Sb_2S_3(c)$, C (c), C, CO_2 , CH_3 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_3 , C_2H_4 , C_2H , C_2H_6 , C_3H_6 , C_3H_8 , CHO, CHO_2 , CH_2O , CH_2O_2 , $C_2H_4O_2$, C_3H_6O , CS, CS_2 , COS. The maximum value of the condensed antimony concentrations corresponds to 2.12483 mol/kg at 698 K. Condensed antimony in pyrometallurgical processes is formed in the temperature range from 448K to 998 K. Antimony oxide $Sb_2O_3(c)$ formed at 298-398 K and antimony sulfide $Sb_2S_3(c)$ formed at 298-648 K temperature change.

Keywords: concentration, distribution, antimony, succinic acid, oxide, sulfide, hydroxyl carboxylic acid, water.

В последние годы в технологических целях часто применяют оксикарбоновые кислоты, однако использование их в качестве основного растворителя при производстве сурьмы и ее соединений носит чисто аналитический характер [1, 2, 3]. Между тем, отдельные соли оксикарбоновых кислот более устойчивы, не подвергаются гидролизу при нагревании и, особенно при разбавлении водой [3]. Соответственно изучение физико-химических характеристик отдельных гетерогенных систем, в частности: $Sb_2O_3-Sb_2S_3$ -янтарная кислота ($C_4H_6O_4$)- 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 (сульфид) сурьмы - оксикарбоновая кислота - вода осуществлено при максимуме энтропии системы (рис.1, табл.1-2). Методическую основу расчетных параметров в данном случае составили модели, для которых предусматривается возможность образования газообразных веществ, электронейтральных и ионизированных компонентов. В базу данных термодинамических свойств индивидуальных веществ включена информация об оксидах и сульфидах сурьмы, а также янтарной кислоты и воды [4, 5].

На рис.1. приведены равновесные составы и концентрации основных компонентов, образующихся в системе $C_4H_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ (3:1:1:1), при $P=0,1$ МПа. В таблице 1 представлено изменение свойств системы $C_4H_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ (3:1:1:1) при $P=0,1$ МПа, $T=298-1000$ К, $\mu=36,37$ моль/кг, $MMq=22,78$ г/моль, $Rq=367,09$ Дж/(кг·К), $z=0,35$.

Равновесные составы и концентрации компонентов (моль/кг), образующихся в системе $C_4H_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ (3:1:1:1) при $P=0,1$ МПа, $T=298-1000$ К (табл.2-3) показали распределение конденсированных частиц сурьмы: 1,14768-1,96164 моль/кг в пределах 448-998 К. Максимальное значение концентраций конденсированной сурьмы соответствует 2,12483 моль/кг при 698 К. Содержание конденсированного оксида сурьмы $Sb_2O_3(c)$ равно 0,571771-0,572012 моль/кг в пределах изменения температуры 298-398 К, а конденсированного сульфида сурьмы $Sb_2S_3(c)$ в пределах 298-648 К равно 0,490648-0,003769 моль/кг, соответственно. 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, а $Sb_2S_3(c)$ имеет место в пределах 298-648 К.

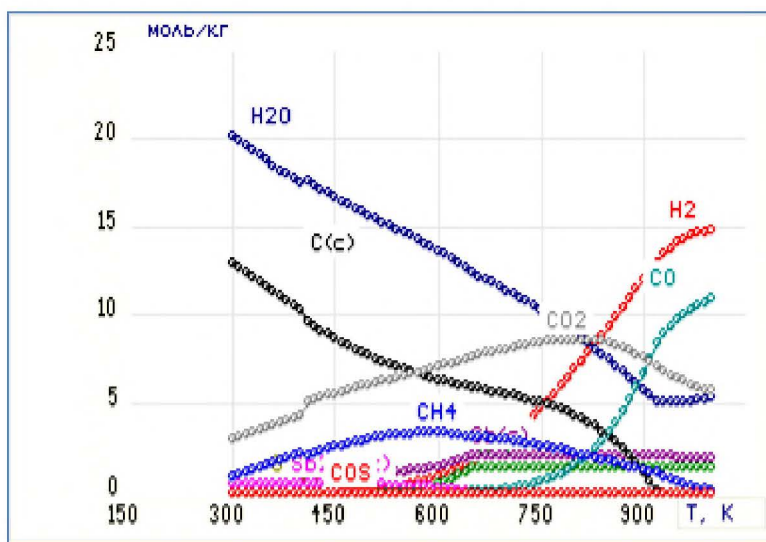


Рис.1. Равновесные составы и концентрации компонентов, образующихся в системе $C_4H_6O_4 - Sb_2S_3- Sb_2O_3-H_2O$ (3:1:1:1), при $P=0,1$ МПа

Таблица 1

Изменение свойств системы $C_4H_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ (3:1:1:1), при $P=0,1$ МПа, $T=298-1000$ К, $\mu=36,37$ моль/кг, $MMq=22,78$ г/моль, $Rq=367,09$ Дж/(кг·К), $z=0,35$

T, К	$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{кг}$	$S, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	$I, \text{ кДж}/\text{кг}$	$U, \text{ кДж}/\text{кг}$	$C_p \cdot 10^4, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	$Mu \cdot 10^5, \text{ Па} \cdot \text{с}$	$Lt \cdot 10^5, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$Pr \cdot 10^3$
298	59,64	4,96	-6603,74	-6603,71	12546,9	1,07	2546,03	673,32
348	69,65	5,16	-6540,07	-6550,04	12873,2	1,29	3472,27	593,02
398	79,67	5,34	-6475,18	-6495,17	13096,9	1,51	5879,17	418,30
448	92,96	5,65	-6344,89	-6375,98	13644,2	1,74	10994,2	266,44
498	103,65	5,80	-6273,07	-6314,67	15347,9	1,94	22579,4	161,51
548	114,95	5,97	-6187,56	-6239,97	19378,4	2,15	42721	110,75
598	127,69	6,17	-6072,58	-6136,6	27421,7	2,35	70055,2	90,39
648	143,15	6,43	-5904,64	-5981,92	40597,6	2,56	94718,2	89,75
698	158,40	6,64	-5764,66	-5855,4	31808,4	2,75	126253	95,70
748	176,47	6,90	-5579,91	-5686,04	42813,2	2,94	144884	119,67
798	198,58	7,22	-5327,74	-5452,13	59095,4	3,13	138095	176,99
848	226,36	7,65	-4977,46	-5124,23	82176,4	3,32	104113	305,31
898	261,65	8,20	-4497,44	-4672,22	110043	3,5	62012,3	564,59
948	296,65	8,72	-4020,34	-4223,69	54631,9	3,67	25491,7	1025,94
998	320,08	8,93	-3815,82	-4040,28	30219	3,82	15416,9	940,67

Таблица 2

Равновесные составы и концентрации компонентов (моль/кг), образующихся в системе $C_4H_6O_4-Sb_2S_3-Sb_2O_3-H_2O$ (3:1:1:1), при $P=0,1$ МПа, $T=298-1000$ К

Состав	Температура, Т							
	298	398	498	598	698	798	898	998
H	1,93E-22	1,93E-22	1,15E-20	1,96E-16	2,07E-13	3,85E-11	2,25E-09	5,14E-08
H ₂	0,000177	0,012943	0,16829	0,935852	3,03534	6,9665	12,0091	14,7916
OH	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	3,51E-20	6,08E-17	1,56E-14	1,01E-12	4,07E-11
H ₂ O	20,073	17,4252	15,654	13,658	11,4363	8,99414	5,85014	5,38166
S	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,54E-20	8,28E-17	2,79E-14	3,11E-12	1,67E-10
S ₂	1,93E-22	5,68E-20	3,18E-14	2,51E-10	2,88E-08	2,74E-07	2,11E-06	1,69E-05
S ₃	1,93E-22	1,93E-22	4,37E-20	4,15E-15	1,2E-12	1,17E-11	1,02E-10	1,14E-09
SO	1,93E-22	1,93E-22	2,92E-21	7,1E-17	4,24E-14	2,62E-12	6,83E-11	1,88E-09
SO ₂	1,93E-22	1,6E-18	1,14E-14	4,22E-12	1,25E-10	7,85E-10	3,04E-09	2,99E-08
S ₂ O	1,93E-22	1,93E-22	2,36E-20	5E-16	1,16E-13	1,79E-12	1,77E-11	2,84E-10
SH	1,93E-22	2,01E-20	5,51E-15	2,48E-11	4,27E-09	1,03E-07	1,33E-06	1,15E-05
H ₂ S	3,02E-05	0,000761	0,038521	0,551743	1,46542	1,45458	1,43262	1,42299
SOH	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,34E-19	1,09E-16	7,96E-15	2,15E-13	5,46E-12
H ₂ SO	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	4,09E-19	1,33E-16	4,67E-15	6,5E-14	8,86E-13
Sb(c)	1E-30	2,86E-30	1,16921	1,51183	2,12483	2,12403	2,09651	1,96164
Sb	1,93E-22	1,93E-22	2,56E-20	1,21E-15	2,68E-12	8,86E-10	8,62E-08	2,48E-06
Sb ₂	1,93E-22	6,28E-22	1,57E-15	1,93E-11	1,58E-08	2,41E-06	0,000126	0,001672
Sb ₃	1,93E-22	1,93E-22	1,89E-19	2,34E-14	9,79E-11	4,98E-08	6,51E-06	0,000138
Sb ₄	1,93E-22	6,29E-19	8,36E-13	4,65E-09	2,1E-06	0,0002	0,007007	0,039757
SbO	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	5,27E-20	2,07E-16	1,01E-13	1,17E-11	6,38E-10
Sb ₂ O ₃ (c)	0,571771	0,572012	2,86E-30	2,86E-30	2,86E-30	2,86E-30	2,86E-30	2,86E-30
SbH	1,93E-22	1,93E-22	4,3E-17	8,14E-13	9,55E-10	1,97E-07	1,27E-05	0,000249
SbH ₃	1,93E-22	1,93E-22	2,42E-18	8,8E-15	2,67E-12	1,71E-10	3,48E-09	2,15E-08
SbS	1,93E-22	1,17E-21	2,34E-15	3,25E-11	1,28E-08	5,93E-07	1,38E-05	0,000162
Sb ₂ S ₃ (c)	0,490648	0,490404	0,477814	0,3065	2,86E-30	2,86E-30	2,86E-30	2,86E-30
C(c)	12,9387	10,298	7,76515	6,401	5,57929	4,42152	1,19114	2,86E-30
CO	2,58E-10	1,98E-06	0,000462	0,016761	0,224049	1,56484	6,73627	10,9451
CO ₂	3,05741	4,38093	6,1243	7,11381	8,11813	8,66336	7,6387	5,76381
CH ₃	1,93E-22	1,93E-22	2E-18	8,32E-15	2,81E-12	1,95E-10	4,25E-09	1,14E-08
CH ₄	0,940274	2,25742	3,04644	3,40406	3,00834	2,26923	1,33093	0,178694
C ₂ H ₂	1,93E-22	1,93E-22	2,68E-22	1,41E-17	3,11E-14	9,36E-12	7,08E-10	1,81E-09
C ₂ H ₃	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	3,8E-19	2,9E-16	4,06E-14	1,53E-13
C ₂ H ₄	1,36E-21	1,27E-15	3,82E-12	7,26E-10	2,51E-08	2,96E-07	1,47E-06	3,48E-07
C ₂ H ₅	1,93E-22	1,93E-22	8,36E-21	3,03E-17	8,01E-15	4,07E-13	5,68E-12	2,76E-12
C ₂ H ₆	3,97E-09	2,44E-07	2E-06	7,11E-06	1,28E-05	1,46E-05	9,72E-06	3,77E-07
C ₃ H ₆	1,93E-22	1,93E-22	1,04E-20	9,4E-18	8,8E-16	1,96E-14	1,32E-13	1,05E-14
C ₃ H ₈	9,22E-16	5,18E-13	1,41E-11	1,09E-10	3,03E-10	4,34E-10	2,83E-10	2,83E-12
CHO	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	1,21E-18	2,16E-15	5,59E-13	3,62E-11	4,65E-10
CHO ₂	1,93E-22	1,93E-22	1,96E-21	7,36E-18	2,54E-15	1,85E-13	3,95E-12	3,44E-11
CH ₂ O	1,71E-21	1,04E-15	2,85E-12	5,04E-10	1,84E-08	2,44E-07	1,41E-06	2,38E-06
CH ₂ O ₂	6,02E-13	2,56E-10	9,49E-09	9,45E-08	4,48E-07	1,25E-06	1,93E-06	1,87E-06
C ₂ H ₄ O ₂	4,98E-14	6,29E-12	9,71E-11	5,15E-10	1,38E-09	2,25E-09	1,87E-09	2,9E-10
C ₃ H ₆ O	1,93E-22	2,52E-18	1,13E-15	5,56E-14	6,46E-13	2,88E-12	4,87E-12	2,08E-13
CS	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	7,31E-19	4,04E-15	1,37E-12	1,51E-10	2,56E-09
CS ₂	1,93E-22	3,34E-18	9,52E-13	4,84E-09	4,08E-07	3,1E-06	0,00002	4,42E-05
COS	2,22E-11	2,09E-08	1,09E-05	0,000732	0,006549	0,017385	0,039293	0,048685

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

T	Sb(c)	Sb	Sb ₄	SbO	Sb ₂ O ₃ (c)	SbH	SbS	Sb ₂ S ₃ (c)
298	1E-30	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	0,571771	1,93E-22	1,93E-22	0,490648
348	9,36E-24	1,93E-22	1,93E-22	1,93E-22	0,571824	1,93E-22	1,93E-22	0,490593
398	2,86E-30	1,93E-22	6,29E-19	1,93E-22	0,572012	1,93E-22	1,17E-21	0,490404
448	1,14768	1,93E-22	2,56E-15	1,93E-22	2,86E-30	6,18E-20	3,95E-18	0,488575
498	1,16921	2,56E-20	8,36E-13	1,93E-22	2,86E-30	4,3E-17	2,34E-15	0,477814
548	1,25491	9,07E-18	9,3E-11	2,73E-22	2,86E-30	9,21E-15	4,26E-13	0,43496
598	1,51183	1,21E-15	4,65E-09	5,27E-20	2,86E-30	8,14E-13	3,25E-11	0,3065
648	2,11729	7,7E-14	1,27E-07	4,57E-18	1E-30	3,63E-11	1,28E-09	0,003769
698	2,12483	2,68E-12	2,1E-06	2,07E-16	2,86E-30	9,55E-10	1,28E-08	2,86E-30
748	2,12474	5,87E-11	2,38E-05	5,62E-15	2,86E-30	1,63E-08	9,7E-08	2,86E-30
798	2,12403	8,86E-10	0,0002	1,01E-13	2,86E-30	1,97E-07	5,93E-07	2,86E-30
848	2,11955	9,89E-09	0,001308	1,27E-12	2,86E-30	1,79E-06	3,06E-06	2,86E-30
898	2,09651	8,62E-08	0,007007	1,17E-11	2,86E-30	1,27E-05	1,38E-05	2,86E-30
948	2,04917	5,22E-07	0,018607	8,64E-11	2,86E-30	6,34E-05	4,93E-05	2,86E-30
998	1,96164	2,48E-06	0,039757	6,38E-10	2,86E-30	0,000249	0,000162	2,86E-30

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

Условные обозначения к таблицам: C_p' - удельная теплоемкость (равновесная), кДж/(кг·К); $C_p'q$ - 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); MMq - молярная масса газовой фазы, г/моль; M_u - коэффициент динамической вязкости, Па·с; μ - число молей, моль/кг; Pr' - число Прандтля (равновесное); Rq - газовая постоянная, Дж/(кг·К); S - энтропия, кДж/(кг·К); U - полная внутренняя энергия, кДж/кг; V - удельный объем, м³/кг; z - массовая доля конденсированных фаз.

Список литературы

1. Физико-химическое моделирование системы $H_2C_4H_4O_6-Sb_2S_3-H_2O$ и определение спектра концентрационного распределения сурьмусодержащих компонентов в газовой фазе / Э.А. Шабданова и др. // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2012. - №4. - С.121-125.
2. Шабданова Э.А. Использование органических оксикислот в процессах выщелачивания и комплексообразования металлов / Э.А. Шабданова // Известие вузов. – Бишкек, 2015. - №2. - С.95 -102.
3. Усубакунов М.У. Исследование соединений сурьмы (III) с оксикарбоновыми кислотами и разработка способов получения особо чистых сурьмы и ее соединений/ М.У. Усубакунов. Фрунзе, 1981. - С.28-31.
4. Термодинамические константы веществ /Под. ред. В.П. Глушко. ВИНТИ АН СССР, 1966. - Вып.2. – 95 с.
5. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Г.Б. Синярев и др.- Москва: Наука. 1982. - 267 с.