

УДК 546.273÷521.633

Савзаева Ш.Х.,

Соискатель Института химии

им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, г. Душанбе

СОЛЯНО КИСЛОТНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ТВЁРДОГО АЛЮМО- И БОРОСИЛИКАТНОГО ОСТАТКА ПОЛУЧЕННОЙ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ, БОРОСИЛИКАТНЫХ РУД И ХЛОРИДА МАГНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрено соляно кислотное разложение твёрдого алюмо- и боросиликатного остатка полученной совместной переработкой нефелиновых сиенитов, боросиликатных руд и хлорида магния.

Annotation. The article considers the hydrochloric acid decomposition of the solid aluminum and borosilicate residue obtained by the joint processing of nepheline syenites, borosilicate ores and magnesium chloride.

Ключевые слова: хлорид магния, соляно кислотное разложение, боро- и алюмосиликатная руда.

Keywords: magnesium chloride, hydrochloric acid decomposition, bureau- and aluminosilicate ore.

Бор играет большую роль в жизни растений, является важным и ценным микроудобрением. Для большинства фруктовых, фуражных, масличных и технических культур он необходим как один из жизненно важных элементов, точнее микро. Его отсутствие приводит к образованию пробкового слоя на яблонях и грушах, к снижению урожайности сахарной свёклы, льна, к ухудшению качества арахиса, задержке роста люцерны, клевера, кукурузы. Бор повышает морозоустойчивость сельскохозяйственных культур, например, фруктов: огурцов, томатов и других культур[1,2].

Проведённые исследования по комплексной переработке борсодержащих руд Ак-Архар Таджикистана дают возможность в перспективе получать борных удобрений, термически стойких стекол и радиозащитных материалов. Получение бора и его соединений требует организации ряда других производственных инфраструктур, например, производства минеральных кислот, щелочей и солей. Совместная переработка боро- и алюмосиликатных руд экономически целесообразно, так как при одном и том же расходе энергоресурсов при высокотемпературном спекании руд возможно получать расширенную ассортимент товарных продуктов[2-4].

Данная работа посвящена вопросу совместной переработки боро- и алюмосиликатных руд месторождений Ак-Архар и Турпи Таджикистана методом спекания с хлоридом магния и с дальнейшей разложения полученного спека водой и растворами соляной кислоты.

Основные полученные данные исследования процесса соляно кислотного разложения силикатного остатка показаны на рис.1.

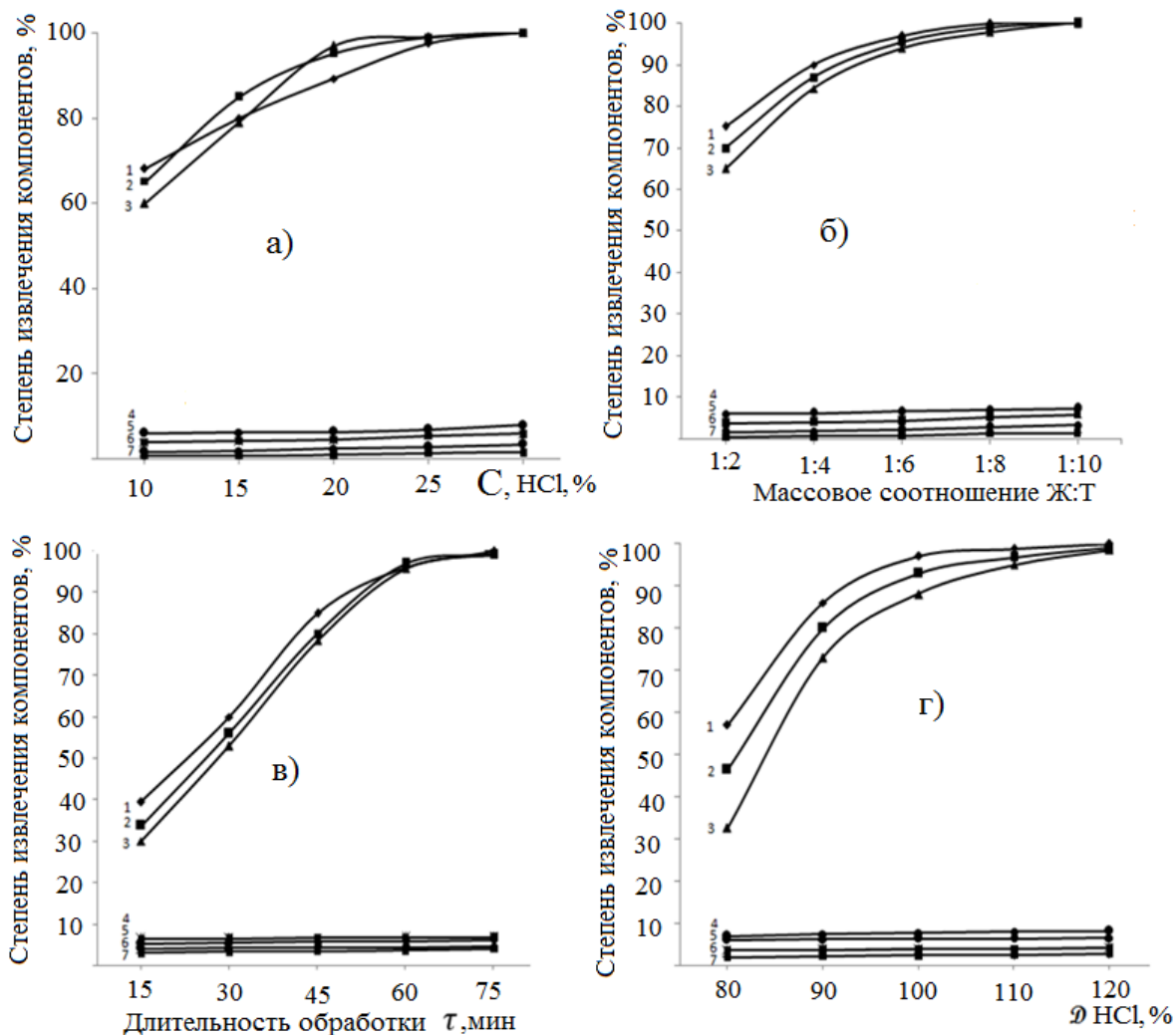


Рис. 1. Зависимость степени извлечения компонентов состава твердого алюмо- боросиликатного остатка, полученного от водной обработки спека нефелиновых сиенитов Турпи, боросиликатной руды Ак-Архар и хлорида магния от а) температуры кислотной обработки; б) массовое соотношение азотной кислоты и твердого остатка, в) продолжительность азотнокислотной обработки ; г) дозировка азотной кислоты :

1. Fe_2O_3 , 2. Al_2O_3 , 3. B_2O_3 , 4. CaO , 5. MgO , 6. Na_2O , 7. K_2O

Как видно из рис.1а концентрация соляной кислоты 20% и выше способствует оптимальной извлечений соединений алюминия и железа, а также бора. Степень извлечения примесей - оксидов калия, натрия, кальция и магния находятся на уровне от 3 до 7%.

Степень извлечения компонентов состава силикатного остатка в зависимости от массовой соотношений жидкой к твердой массы пульпы повышается по мере увеличения массы жидкой фазы и имеет оптимальные результаты при Ж:Т равной 6:1 и более.

Оптимальной продолжительности процесса кислотного разложения силикатного остатка можно считать 70 мин (рис.1в) и более, а дозировкой соляной кислоты 110-115% от стехиометрии для образования солянокислых солей компонентов силикатного остатка (рис.1г).

Твердая фаза спека от переработки нефелиновых сиенитов, боросиликатов Ак-Архар и хлорида магния, представляет собой смесь алюмо- и боросиликатов. Это доказано снятием рентгенограммы твердого остатка от водной обработки спека, полученной совместной переработки алюмо- боросиликатного сырья и хлорида магния. Штрих диаграмма твёрдого остатка представлено на рис.10-. Как видно из штрих диаграмма в состав твёрдого остатка входят следующие минералы: анортит, лейцит, кальциборит, дибората магния, воласстонит, α -кристобалит и гематит.

При процессе соляно кислотной разложений твердого силикатного остатка (от водной обработки спека) в жидкую фазу пульпы переходят практически все компоненты её состава. Степень извлечения компонентов находятся выше 97%, а точнее для B_2O_3 - 98,0; Al_2O_3 - 98,5; Fe_2O_3 - 99,8; MgO - 98,9, CaO - 98,9%, . а в остатке остаётся оксид кремния имеющую аморфную структуру и примеси геля кремниевой кислоты.

Кроме компонентов хлорида магния, кальция, натрия и калия из состава твердого алюмо- боросиликатного остатка, а точнее из минералов анортита - $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, гематита - Fe_2O_3 , альфа кристобалит - $\alpha-SiO_2$, натриево-калиевого лейцита - $(Na,K)Al[Si_2O_6]$, воласстонит - $CaSiO_3$, кальциборит - CaB_2O_4 , дибората магния - MgB_2O_4 при солянокислотной разложении извлекаются алюминий, железа в виде хлоридов и бор.

Последнее образует борную кислоту - H_3BO_3 . Основные результаты исследования по влиянию различных физико-химических факторов на степень извлечения компонентов в солянокислых растворах приведены в таблице 1

Табл.1.

Кислоторастворимые компоненты остатка от водной обработки спека нефелиновых сиенитов, боросиликатного сырья и хлорида магния

	Наименование фактора	Неизменные параметры	Значение фактора	Степень извлечения компонентов, %						
				MgCl_2	CaCl_2	NaCl	KCl	AlCl_3	FeCl_3	H_3BO_3
1.	Концентрация соляной кислоты, %	1. $\tau_{\text{мин}}$ - 60; 2. Массовое соотношение жидкой и твёрдой фазы, - 6:1; 3. Температура -100 °С; 4. d частиц спека- 0,6 мм	10	46,1	5,0	6,3	6,2	88,5	88,6	88,3
			15	5,2	4,2	5,1	5,6	95,6	95,4	95,4
			20	6,4	6,6	5,6	6,3	99,7	99,5	99,7
			25	6,5	6,5	6,4	6,2	99,7	99,5	99,8
2	Температура солянокислотной разложени, °С	1. $\tau_{\text{мин}}$ - 60; 2. Массовое соотношение жидкой и твёрдой фазы, (Ж:Т) - 6:1; 3. d частиц спека - 0,6мм 4. Температура -100 °С; 5. C_{HCl} - 20%	20	5,5	6,5	6,6	6,5	67,8	79,7	70,5
			40	5,2	7,2	5,7	4,7	89,9	90,4	91,8
			60	6,4	6,3	6,5	6,8	95,5	95,5	95,5
			80	5,6	5,4	5,4	6,5	98,8	98,8	98,8
			100	5,7	5,3	4,8	5,2	98,6	98,8	98,6

3.	Массовое соотношение жидкой и твёрдой фазы, (Ж:Т)	1. $\tau_{\text{мин}}$ - 60; 2. Температура -100 °С; 3. d частиц спека - 0,6 мм и менее. 4. C_{HCl} - 20%	2:1 3:1 4:1 6:1 8:1	9,7 7,7 6,4 5,2 4,2	4,5 6,4 7,7 5,0 4,2	2,6 5,9 6,6 5,4 4,1	5,4 6,6 6,6 6,7 5,5	64,8 69,0 95,7 98,0 98,9	67,7 90,9 95,6 98,4 98,6	69,5 90,2 95,8 98,9 98,9
4.	Размер частиц спека,	1. $\tau_{\text{мин}}$ - 60; 2. Температура-100 °С; 3. Массовое соотношение жидкой и твёрдой фазы, (Ж:Т) - 6:1; 4. C_{HCl} - 20%	0,10 0,16 0,31 0,6	6,3 5,1 3,7 7,1	2,5 7,4 3,9 6,2	1,6 4,5 6,2 4,1	3,6 6,2 8,2 6,1	99,8 98,0 96,7 95,8	99,5 97,7 96,4 97,3	99,5 97,7 97,6 96,4
5	Длительность солянокислотной обработки, мин	1. Температура-100°С; 2. Массовое соотношение жидкой и твёрдой фазы- (Ж:Т) - 6:1; 3. d частиц – 0,16 мм. 4. C_{HCl} - 20%	20 30 40 80 100	3,4 4,5 3,4 4,3 6,9	4,1 3,2 8,7 7,5 3,5	2,4 6,3 6,6 7,3 5,0	4,4 5,5 7,4 4,2 6,9	70,9 80 94,0 96,7 98,7	76,9 81,5 95,7 97,6 99,2	74,5 87,3 96,6 97,8 99,3
6	Дозировка соляной кислоты, %	1. Температура- 100°С; 2. Массовое соотношение жидкой и твёрдой фазы, (Ж:Т) - 6:1; 3. d частиц - мм. и менее 4. C_{HCl} - 20%	90 100 110 120 130	2,3 3,5 3,7 4,9 5,0	3,3 3,9 7,7 7,2 3,6	2,6 6,2 7,6 6,3 5,4	3,6 5,4 7,4 4,1 6,9	79,8 93,8 96,0 99,7 99,9	81,9 94,1 96,7 99,6 99,9	83,8 96,3 96,5 99,8 100

С целью установления минералов входящие в состав солянокислых растворов, последнее высушивалось при 110 - 120⁰С в муфельной печи, тщательно помолвилась, и подвергался рентгенофазовому анализу. Анализы установили наличие дифракционных линий соответствующие следующих солей: антрактикит- $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, бишофит- $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, сильвин- KCl , галлит- NaCl , хлоралюминит- $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и гексагидрата хлорного железа - $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, а также сассолина- H_3BO_3 . Штрих диаграмма хлоридов и борной кислоты представлено на рис. 2.

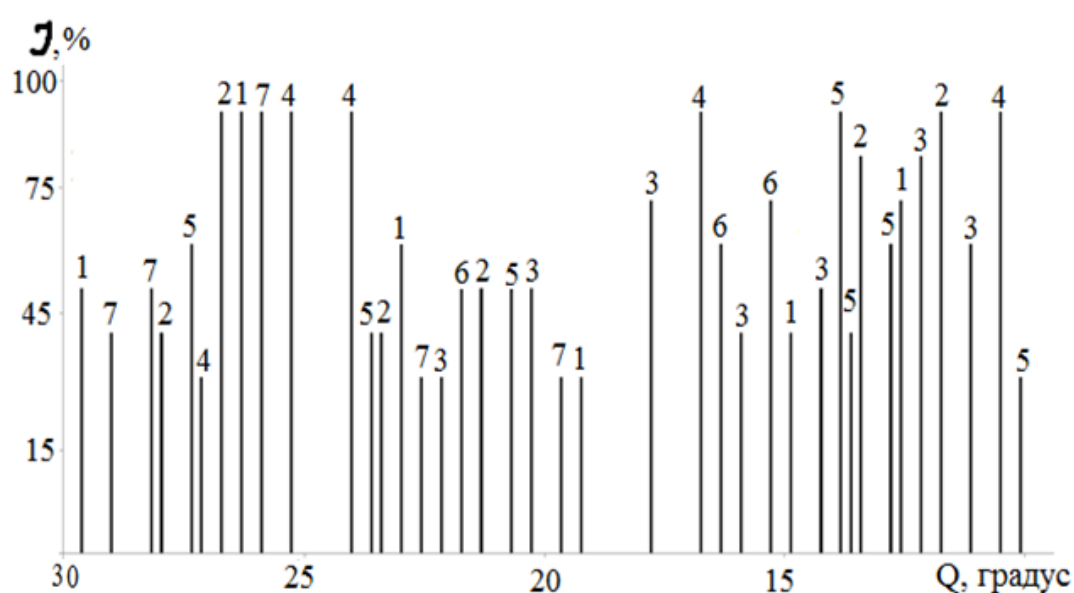


Рис. 2. Штрих - диаграмма солянокислых солей и борной кислоты

1. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 2. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 3. KCl 4. NaCl 5. $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 7. H_3BO_3

Таким образом, при соляно кислотной разложении твердого алюмо- и боросиликатного остатка от водной обработки спека содержащий в нем соединение алюминия, железа и бора интенсивно и полностью извлекаются в раствор в виде хлоридов алюминия, железа и борной кислоты. Примеси хлоридов кальция, магния, натрия, калия в составе солянокислого раствора в среднем находятся в пределе от 2 до 7%. Эти примеси малополезны как товарный продукт, поэтому целесообразно обработку спека от переработки руд и хлорида

магния проводит азотной кислотой с получением смешанных азотных удобрений.

Оптимальным условием соляно кислотного разложения твердого силикатного остатка от водной обработки спека можно считать следующие значение физико-химических факторов влияющие на степень извлечения компонентов твердого алюмо- и боросиликатного остатка: концентрация соляной кислоты 20-25%, температура обработки 95-100°C, массовое соотношение жидкой к твердой фазы (Ж:Т) равно 6:1 - 8:1, дозировка кислоты - 110 - 120% от стехиометрии, длительность кислотной обработки- 60-80 мин.

Литература

1. Мирсаидов У.М., Маматов Э.Д. Комплексная переработка бор- и алюмосиликатных руд Таджикистана. -Душанбе: Дониш,2013, 115 с.

2. Тураева З.С., Савзаева Ш.Х., Назаров Ш.Ш., Назаров Ш.Б. Переработка нефелиновых сиенитов месторождения Турпи методом спекания с хлоридом магния. Научно-практический журнал «Энигма», Выпуск №35, 2021г.,с.54-63.

3. Назаров Ш.Ш., Р. Шамсулло, Савзаева Ш.Х., Назаров Ш.Б., Мирсаидов У. Переработка нефелиновых сиенитов Турпи на коагулянты методом спекания с хлоридом кальция. Материалы IV Международной научной конференции: «Вопросы физической и координационной химии», посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Якубова Хаида Мухсиновича и Юсуфова Зухуриддина Нуриддиновича. 03 мая 2019 г., г. Душанбе., с.132-137.

4. Назаров Ш.Б., Сафиев Х.С., Мирсаидов У.М. Селективные методы разложения высококремнистых алюминиевых руд минеральными кислотами. — Душанбе: Дониш, 2008, 237 с.