

Эффективность действия реагентов зависит также от прочности закрепления их на поверхности кристаллов флотируемой соли. Влияние собирательной композиции на прочность адсорбции на минеральной поверхности определяли по степени ее десорбции путем отмывки насыщенным раствором по КС1. Установлено, что добавление в собирательную смесь индустриальных масел увеличивает степень закрепления амина на кристаллах КС1, что позволяет дополнительно гидрофобизировать поверхность минерала.

Полученные экспериментальные данные позволили рекомендовать для использования в качестве дополнительного гидрофобизатора индустриальные масла И-8А, И-12А, И-30А в составе реагента-собирателя при флотации калийной руды Старобинского месторождения. Собирательная смесь внедрена и работает на 1 РУ ОАО "Беларуськалий" несколько лет с положительным результатом.

Литература

1. Дихтиевская Л. В, Флотационное обогащение калийных руд / Дихтиевская, Л. В., Шломина, Л. Ф., Осипова, Е. О., Шевчук, В. В. // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. – 2019. – Т. 55. – №. 3. – С. 277–287.

2. Глембоцкий, В. А. Основы физико-химии флотационных процессов: / В. А. Глембоцкий. – М.: Недра, 1980. – 471 с.

3. Osipova, E Intensification of potash ore flotation by the introduction of industrial oils / E. Osipova, V. Shevchuk, A. Stromski, V Romanovski // Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 2021, <https://doi.org/0.1002/jctb.6945>.

4. Голубков Ю.В. О молекулярном составе индустриальных масел. / Ю.В. Голубков, Н.В. Ермолаева // Оборуд. и техн. для нефтегаз. компл. – 2013. – № 2. – С. 20–24.

УДК 544.014:544.016

Готто З.А., Шевчук В.В.
(ГНУ «ИОНХ НАН Беларуси)

РЕГУЛИРОВАНИЕ СИНТЕЗА ШЕНИТА

Большое значение для сельского хозяйства имеют бесхлорные калийные удобрения, к которым относится сульфат калия. Одним из способов его получения является разложение шенита, образующегося

из продуктов переработки полиминеральных калийсодержащих руд. Основными примесями в готовом продукте является сульфат магния, который может остаться в продукте в результате плохого разложения шенита в виду наличия в нем труднорастворимых и трудноразлагаемых примесей таких, как лангбейнит, кизерит, леонит.

В исследовательской работе выявлены причины образования шенита низкого качества, и отработаны способы получения хорошо разлагаемого шенита.

В опубликованных статьях [1, 2] были показаны способы получения шенита, влияние степеней выпарки, влияние содержания хлорида магния в исходной смеси, подаваемой на синтез шенита.

В последующих экспериментальных работах было выявлено, что исходный состав смеси, поступающий на синтез шенита может значительно отличаться от составов, представленных в вышеназванных работах. А именно при использовании различных руд, содержащих сульфаты. В этом случае точка состава исходной смеси значительно смещается к точке шенита по линии шенит-хлорид магния на диаграмме $KCl-K_2SO_4-MgSO_4-MgCl_2-H_2O$. Путь кристаллизации шенита увеличивается. Соответственно можно выделить большее количество шенита при увеличении степени выпаривания. В ранее выполненных работах синтез шенита осуществляли путем выпарки шенитовой суспензии, а затем охлаждении до комнатной температуры. Однако последующие опыты показали, что длительное выпаривание может привести к образованию труднорастворимых и трудноразлагаемых соединений за счет длительного нахождения в зоне высоких температур. При охлаждении соли могут перекристаллизоваться с образованием шенита. О качестве получаемого шенита лучше всего судить по качеству сульфата калия, который получают путем разложения шенита с последующей промывкой водой или раствором сульфата калия. В табл. 1 представлены результаты экспериментов, в которых получали шенит и сульфат калия.

В первом и втором опытах промывка осуществлялась растворами сульфата калия. Содержание сульфата калия в первом опыте составило 9,7%, соотношение ж/т – 2. Соотношение ж/т во втором опыте составило 2,2. В третьем опыте промывка осуществлялась водой.

Как видно, получаемый в опытах шенит имеет вполне удовлетворительный состав. Однако после разложения содержание иона магния велико. После промывки водой и растворами сульфата калия его содержание значительно снижается. В третьем опыте с увеличением количества воды на промывку увеличивается содержание труднорастворимых солей магния за счет растворения сульфата калия.

Таблица 1 – Синтез шенита с высокой степенью выпарки

Продукт, условия опыта	Ст. в., %	Содержание, масс. %					
		Mg ²⁺	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	вода
Опыт 1							
Шенит	9,31	5,95	0,79	17,03	0,38	43,13	32,72
Сульфат калия		1,77	0,17	32,88	0,01	52,20	12,97
Промывка сульфата ка- лия 1:2		0,43	0,071	34,04	0,02	48,35	17,16
Опыт 2							
Шенит	9,28	5,84	0,7	18,67	0,2	43,28	31,31
Сульфат калия		1,00	0,16	39,3	0,2	50,01	9,33
Промывка 7% K ₂ SO ₄		0,47		44,35	0,11	51,91	
Промывка 5% K ₂ SO ₄		0,53		43,25	0,02	49,81	
Опыт 3							
Шенит	9,35	6,27	0,99	20,18	0,01	44,01	28,54
Сульфат калия		1,33	0,2	41,8	0,03	50,43	6,22
Промывка 30% суспен- зия (1:1,71)		0,97		41,99	0,04	52,38	4,62
Промывка осадок : вода 1 : 3		1,09		41,41	0,17	52,88	4,45
Промывка осадок : вода 1 : 4		1,11		41,67	0,08	52,79	4,35

Чтобы повысить качество шенита, исходная смесь не должна подвергаться длительному воздействию высоких температур. В этом случае используют ВКУ (вакуумно-кристаллизационные установки), где выпаривание происходит за счет охлаждения смеси. Степень выпаривания ниже, соответственно и выход шенита тоже ниже. Однако, получаемый сульфат калия чище. В табл. 2 представлены опыты с пониженной степенью выпарки, в которых выпарка осуществлялось только за счет охлаждения. Во втором опыте, представленном в табл. 2, подачу каинита в смесь осуществляли после выпарки.

Таблица 2 – Синтез шенита с пониженной степенью выпарки

Продукт	Ст. в. %	Содержание, масс. %					
		Mg ²⁺	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	вода
Опыт 1							
Шенит	2,53	5,94	0,74	19,05	0,03	46,35	27,89
Сульфат калия		0,63	0,21	43,72	0,01	53,95	1,48
Промывка 1:1		0,19		42,67	0,01	54,18	2,95
Опыт 2							
Шенит	3,85	5,94	0,65	18,67	0,22	44,43	30,08
Сульфат калия		0,58	0,08	42,35	0,02	52,16	4,81
Промывка 1:1		0,24		40,94	0,01	48,65	10,16

В пересчете на сухое вещество содержание иона магния в первом опыте составляет 0,20%, во втором 0,27%.

Для проведения процесса синтеза шенита, лучи кристаллизации которого лежат на линии шенит-хлорид магния, необходимо, чтобы был баланс между хлоридом калия, сульфатом калия и сульфатом магния. Точка состава исходной смеси должна лежать на этой линии. Однако, в реальном процессе возможны отклонения и какой-либо компонент может быть в избытке или недостатке. На диаграмме (рис. 1 и рис. 2) представлены эксперименты по получению шенита из таких смесей.

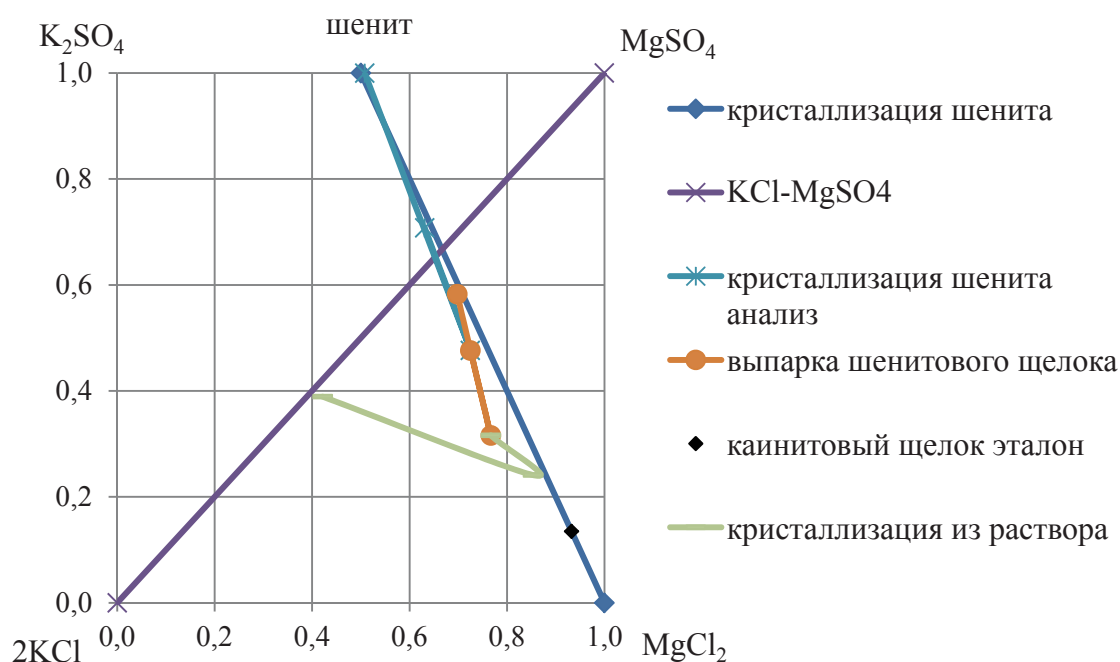


Рисунок 1 – 8% избыток хлорида калия (опыт 1)

Как видно, отклонение от состава позволяет получать шенит не-плохого качества – содержание иона магния и калия во влажном продукте в первом опыте составляют 5,92%, 18,43%, во втором 5,84% и 18,16% (в шените молекулярного состава содержание иона магния составляет 6,04%, иона калия 19,42%). Но точка шенитового щелока уже не лежит на линии шенит-хлорид магния. При выпаривании шенитового щелока в зависимости от содержания продуктов в исходной смеси в осадок может выпадать как каинит, так и смесь солей. В случае выпадения каинита его точка состава лежит на линии шенит-хлорид магния (рис. 1). Если в осадок выпадает смесь солей, то точка состава осадка отклоняется от линии шенит-хлорид магния (рис. 2). При

охлаждении каинитового щелока выпадает смесь солей, причем в большем количестве та, которая была в избытке, и точка состава щелока смещается к линии шенит-хлорид магния.

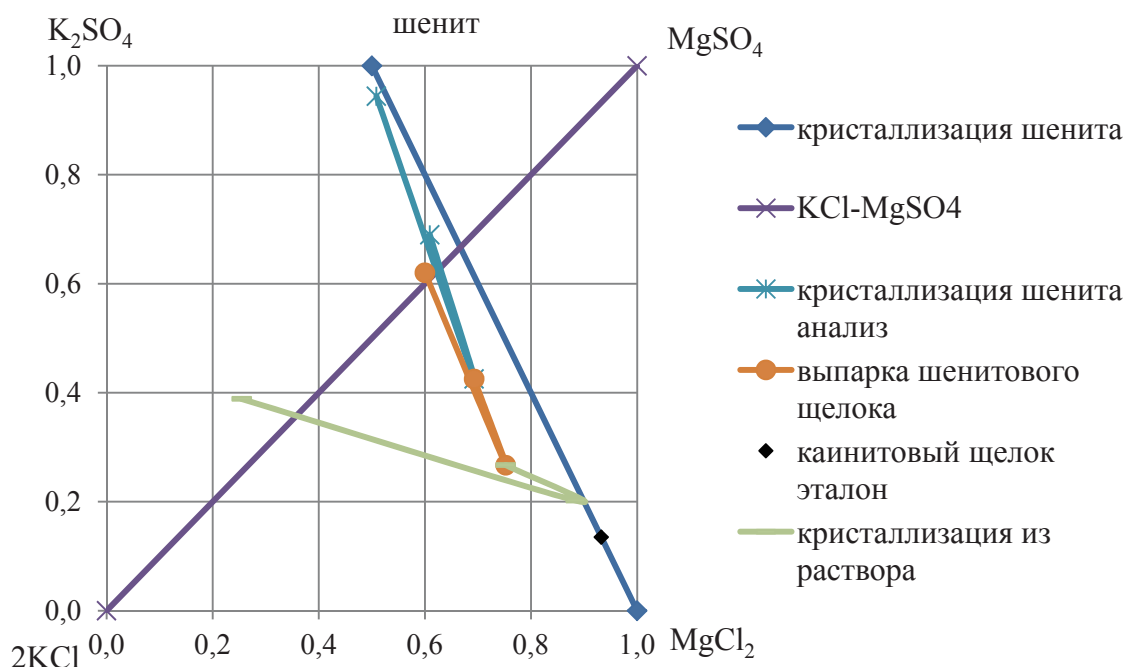


Рисунок 2 – 30% недостаток сульфата магния (опыт 2)

Таким образом качественный шенит получается при использовании ВКУ, в которой смесь не подвергается длительному воздействию высоких температур. Отклонение от сбалансированного состава по солям калия (сульфату и хлориду) и сульфату магния не влияет на качество получаемого шенита, но оказывает влияние на составы осадков, получаемых на последующих стадиях утилизации щелоков.

Литература

1. Шевчук В.В. Закономерности процесса выделения шенита из растворов с низким содержанием хлорида натрия / В.В. Шевчук, З.А. Готто, А.Д. Смычник, Ю.К. Остапенко, Д.А. Конек // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2017. – № 4. – С. 99–106
2. Шевчук В.В. Получение шенита при синтезе сульфата калия / В.В. Шевчук, З.А. Готто, А.Д. Смычник, Ю.К. Остапенко, Д.А. Конек // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2018. – Т. 54. – № 1. – С. 109–117