

**РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУСПЕНЗИИ ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БЕЛОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ХЛОРИДА КАЛИЯ ИЗ КЕКА КОНЦЕНТРАТА И ПЫЛЕВОЙ ФРАКЦИИ ФЛОТАЦИОННОГО ХЛОРИДА КАЛИЯ**

**Адилова М Ш  
Холмуратов Ш М  
Нормуратов Б Б  
Байраева Д А  
Бобокулов А Н**

Калий - один из самых распространённых химических элементов. Он играет важную роль в регуляции жизненных процессов растений. В частности, он выполняет следующие физиологические функции: влияет на углеводный обмен; влияет на азотный обмен и синтез белка в растениях; регулирует активность других минеральных элементов питания; активизирует различные ферменты; стимулирует рост молодых растений и улучшает качество их воды.

В настоящее время около 95% добываемых в мире калийных солей используется в качестве минеральных удобрений в сельском хозяйстве, а остальная часть перерабатывается в поташ и другие соединения, используемые в черной и цветной металлургии, строительстве, целлюлозно-бумажной, стекольной, лакокрасочной, кожевенной, фармацевтической, текстильной, мыловаренной, химической промышленности, а также применяется в пиротехнике, фотографии и других отраслях.

Калийные удобрения не только повышают урожайность, но и улучшают качество получаемой продукции: способствуют повышению устойчивости растений к болезням, повышению лежкости плодов при хранении и их прочности при транспортировке, а также улучшают их вкусовые и эстетические характеристики. Поэтому развитие калийной промышленности тесно связано с уровнем развития сельского хозяйства.

В настоящее время основными источниками получения соединений калия являются растворимые калийные соли: сильвинит, карналлит, лангбейнит, каиниты.

Нами разработана технология получения хлорида калия из промежуточных продуктов флотационного обогащения, содержащих хлорид калия. Флотационный промежуточный продукт - мелкодисперсная часть флотационного хлорида калия, а также влажный кек-концентрат после вакуум-фильтра при соотношении твердый полупродукт: оборотный раствор, равным 1: (3-14), с температурой не более 100°C растворяют в течение 5 минут, после отделения нерастворимой части прозрачный фильтрат охлаждается до температуры 25°C в течении 15 минут и после фильтрации получается чистый

хлорид калия с влажностью не более 4%. В результате осуществления данной технологии увеличивается выход хлорида калия за счет снижения расхода воды на выщелачивание, сокращается расход пылеподавателя и антислеживателя, получается качественный обеспыленный хлорид калия.

Как известно, в технологическом процессе при производстве какого-либо продукта необходимо знать реологические свойства полупродукта, что позволяет подбирать соответствующие насосы для перекачки их в аппараты.

Поэтому изучение влияния температуры и соотношения Т:Ж на реологические свойства суспензии является актуальным.

Для исследования реологических свойств суспензии в лабораторных условиях были приготовлены образцы суспензии на основе насыщенного раствора хлорида калия при 20<sup>0</sup>С (раствор х/ч) и кек, флотационного хлорида калия и хлорида калия полученного галургическим способом.

Химический состав раствора: KCl, NaCl, H<sub>2</sub>O

1. 10.4% 19.9% 69.6%

2. 6.50% 21% 72.5%

В лабораторных условиях было изучено влияние температуры и соотношения Т:Ж на вязкость и плотность приготовленных суспензий. Температура суспензии варьировалась в пределах от 10<sup>0</sup>С до 100<sup>0</sup>С с шагом 20, а массовые соотношения твердой фазы и насыщенного раствора сильвинита изменялись от 1,0: 2,0 до 1,0:14,0. Результаты опытов (таблица 1) показывают, что с увеличением содержания жидкой фазы в процессе растворения хлорида калия или кека плотность суспензии уменьшается.

Таблица 1 Зависимость плотности суспензий кристаллического хлорида калия, сильвинита и флотационного хлорида калия от температуры и соотношения Т:Ж, кг/м<sup>3</sup>

№ Обра	Твердая фаза (т)	Насыщенный раствор (ж) приготовленный из	Соотношение, Т:Ж	Температура, °С					
				10	20	40	60	80	100
Раствор кристаллического хлорида калия				1170	1170	1170	1160	1155	1150
1	Кристаллический хлорид калия	кристаллического хлорида калия	1,0:2,0	1250	1240	1230	1225	1220	1215
2			1,0:3,0	1230	1220	1215	1210	1205	1200
3			1,0:4,0	1220	1205	1200	1195	1190	1185
4			1,0:5,0	1205	1200	1195	1192	1189	1183
5			1,0:6,0	1200	1195	1190	1185	1182	1180
6			1,0:7,0	1195	1185	1183	1180	1175	1170
7			1,0:14,0	1190	1180	1175	1170	1165	1160
8	Кек флотационного хлорида	сильвинита	1:3,5	-	-	-	-	1213,51	1204,89
9			1:4,5	-	-	-	-	1212,60	1202,98
10			1:5,5	-	-	-	-	1212,50	1208,76
11			Жидкая	-	-	-	-	1205	1195

	калия	кека флотационного хлорида калия	фаза						
12			1:3,5	-	-	-	-	1169,09	1160,24
13			1:4,5	-	-	-	-	1169,95	1159,95
14			1:5,5	-	-	-	-	1165,20	1155,36
15			Жидкая фаза	-	-	-	-	1150	1140

Так, при температуре 20<sup>0</sup>С и соотношении Т:Ж 1:2 плотность пульпы равна 1250 кг/м<sup>3</sup>. С увеличением содержания жидкой фазы до 1:4; 1:6 и 1:7 плотность суспензии при данной температуре уменьшается до 1220; 1200 и 1195 кг/м<sup>3</sup> соответственно.

Как следует из таблицы 1 повышение температуры суспензии из кека флотационного хлорида калия и раствора 1 приводит к уменьшению плотности для всех образцов суспензии.

Так, при соотношении Т:Ж 1:3,5 с ростом температуры от 70 до 100<sup>0</sup>С плотность уменьшается от 1221 кг/м<sup>3</sup> до 1205 кг/м<sup>3</sup>. Такая же закономерность наблюдается и при соотношениях Т:Ж 1:4,5; 1:5,5 и 1:8 при которой значения плотности изменяются от 1219 до 1202; и от 1215 до 1202 кг/м<sup>3</sup> соответственно.

Изучение влияния температуры и соотношения Т:Ж на вязкость показало, что с ростом температуры от 10 до 100<sup>0</sup>С вязкость суспензии уменьшается.

Причем повышение температуры от 20 до 40<sup>0</sup>С приводит к резкому уменьшению вязкости. Так, при 20<sup>0</sup>С вязкость суспензии, полученной при соотношении Т:Ж = 1:4 равна 59,49 СП·с, а с повышением температуры до 40<sup>0</sup>С вязкость уменьшилась на 8,6 СП·с. При соотношении Т:Ж = 1:6 повышение температуры на 10<sup>0</sup>С уменьшило вязкость на 37,23 СП·с.

Увеличение соотношения Т:Ж приводит к снижению вязкости суспензий.

Как видно из таблицы 1, при температуре 20<sup>0</sup>С и соотношении Т:Ж= 1:4; 1:6 и 1:14 вязкости суспензий меняются до следующих значений: 17,85; 17,25 и 16,04 СП·с соответственно. Результаты экспериментов показывают, что с увеличением соотношения Т:Ж от 1:4 до 1:14 независимо от температуры вязкость суспензии уменьшается.

Использование в качестве твердой фазы кека флотационного хлорида калия привело к увеличению вязкости суспензии. Так, если при использовании кека сильвинита при Т:Ж = 1:4,5 и температуре 80<sup>0</sup>С вязкость суспензии равна 17,25 СП·с, а при применении в качестве твердой фазы пылевой фракции флотационного белого хлорида калия при тех же технологических параметрах привело к росту вязкости до 5,54 СП·с. При использовании кека флотационного хлорида калия вязкость суспензии уменьшается с ростом температуры от 20 до 80<sup>0</sup>С и с уменьшением массового соотношения Т:Ж.

На основании экспериментальных данных выведено эмпирическое уравнение, описывающее влияние технологических параметров на плотность и вязкости суспензии.

Для вязкости суспензии:

$$y_1 = 10,197 - 0,0004x_1 + 0,0015x_2$$

Для плотности суспензии:

$$y_2 = 5,924 - 0,027x_1 + 0,005x_2,$$

где  $x_1$  – температура суспензии, °С

$x_2$  – соотношение Т:Ж, %.

Значения критериев показывают адекватность полученных моделей.

Таким образом, во всех случаях плотность и вязкость суспензий снижаются с повышением температуры и повышаются с увеличением соотношения Т:Ж. Это связано с тем, что с повышением температуры более 40°С повышается растворимость хлорида калия.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Молоштанова Н.Е., Исаева Г.А. Особенности калийной руды Тюбегатанского месторождения // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2013. Вып. 13. С. 38-40.

2. Кудряшов А.И., Грибков Д.С. Горногеологические условия разработки Тюбегатанского месторождения калийных солей // Рудник будущего. Пермь, 2010. Вып. 1. С. 11-14.

3. Кузьминых К. Г., Пойлов В. З., Рупчева В. А., Полякова Е. Н. Исследование процесса диспергации галургического хлорида калия при ультразвуковой обработке // Вестник ПГТУ. Химическая технология и биотехнология. - 2010. - № 11. - С. 45 - 52.

4. Крутько Н. П., Шевчук В. В. Совершенствование технологии производства гранулированных калийных удобрений и повышение их качества // Рудник будущего. 2011. № 4(8). С. 12-14.

5. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш. Переработка низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения//Белорусский государственный технологический университет, г.Минск.2022.102-104 с.

6. Титиков С. Новые тенденции (новое назначение) флотации галита /С. Титков, Р. Сабилов, Н. Пантелева, Е. Алексеева // XXIV Международный конгресс по обогащению полезных ископаемых. Китай, 2008. Т.2. С. 1688-1695.

7. Васильев В. П. Аналитическая химия: в 2 кн. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2007. – 383 с.