

О.А. Федотова, М.В. Черепанова, В.З. Пойлов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМАЧИВАЕМОСТИ
ПОРОШКА КСІ, СОДЕРЖАЩЕГО ПРИМЕСИ
ФЛОТОРЕАГЕНТОВ**

Разработаны два экспресс-метода оценки величины смачиваемости. Изучена смачиваемость порошка хлорида калия, содержащего примеси флотореагентов, растворами различных связующих.

Начальной стадией процесса гранулирования методом окатывания, влияющей на характеристики получаемого гранулята, является смачивание поверхности компонентом смеси раствором связующего. Смачивание поверхности твердых тел жидкостями – сложный физико-химический процесс, который протекает в гетерогенных системах и определяется интенсивностью взаимодействия между поверхностью твердого тела и жидкостью. Процесс смачивания играет существенную роль в основных способах гранулирования различных веществ, в том числе минеральных удобрений, поэтому изучение его приобретает большое значение для оптимизации процессов гранулирования. Смачиваемость различных поверхностей обычно изучают, определяя краевой угол смачивания по методу лежащей капли [1]. Этим методом можно пользоваться, если поверхность однородная, плоская, без пор. Сформировать каплю на поверхности пористого материала довольно сложно, кроме того, она будет проникать в поры, следовательно, профиль капли будет недостоверным или искаженным. В связи с этим возникла необходимость разработки экспресс-метода определения смачиваемости и скорости смачивания. Литературные сведения об определении смачиваемости порошкообразных материалов весьма ограничены.

Нами разработаны два экспресс-метода оценки величины смачиваемости и проведены исследования смачиваемости порошка. Объектом исследования служил некондиционный мелкодисперсный флотационный хлорид калия ОАО «Уралкалий» (БКПРУ-2).

Гранулометрический состав мелкодисперсного флотационного KCl:

Размер фракции, мм	+0,315	-0,315+0,16	-0,16+0,125	-0,125
Содержание фракции, %	0,06	8,305	8,592	83,043
Средний размер частиц, мм	0,136			

Химический состав мелкодисперсного флотационного KCl:

Вещество	Вода	KCl	NaCl	MgCl ₂ ·6H ₂ O	CaSO ₄	н.о.	Амины
Содержание, мас. %	0,28	90,85	5,62	0,23	0,81	2,08	0,13

Видно, что содержание полезного компонента хлорида калия в мелкодисперсном флотационном хлориде калия составляет около 90 %, а количество аминов – 0,13 %. Мелкодисперсный хлорид калия на 83 % представлен фракцией размером менее 0,125 мм, средний размер частиц не превышает 0,136 мм.

Методы оценки величины смачиваемости исследовали на следующих связующих: 10%-ный раствор метасиликата натрия, 20%-ный раствор триполифосфата натрия, 30%-ный раствор сульфата аммония и вода. По первому методу в качестве показателя смачиваемости использовали величину высоты подъема связующего в трубке устройства, заполненной порошком исследуемого материала – эта величина пропорциональна величине смачиваемости. Установка для оценки смачиваемости порошка по высоте подъема связующего в слое образца представлена на рис. 1. Методика проведения эксперимента заключалась в следующем: образец соли набирается, через скошенный конец в стеклянную трубку с внутренним диаметром $\varnothing 5$ мм. После заполнения трубки солью на высоту более 150 мм соль уплотняется в трубке. Сначала путем постукивания деревянным предметом по стеклянной трубке, начиная от ее нижнего конца, а затем, через

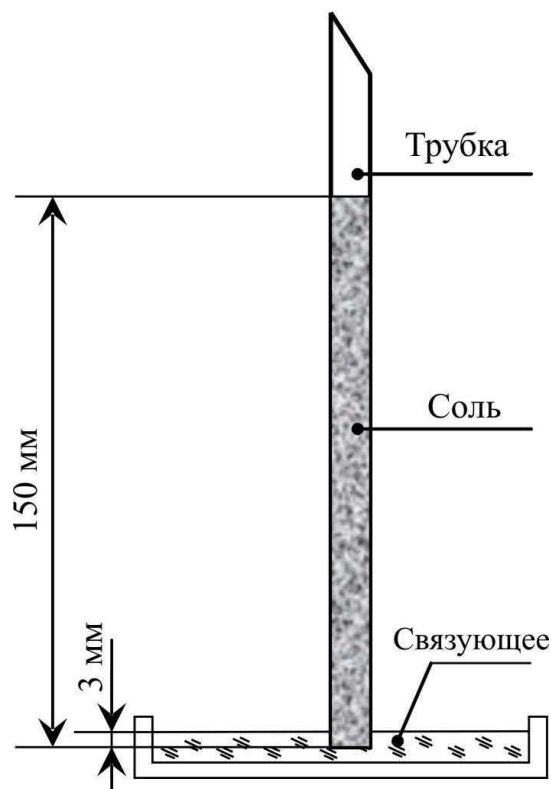


Рис. 1. Установка для оценки смачиваемости порошка по высоте подъема связующего в слое образца

скошенный конец, стеклянной палочкой, с тем чтобы достаточно спрессованная соль не высыпалась через нижний конец. Подготовленный таким образом образец помещается в чашку Петри так, чтобы раствор связующего мог свободно поступать в трубку. После этого в емкость заливается связующее, так чтобы уровень связующего был выше на 3 мм торца трубки. Через 10 мин фиксируется высота столба жидкости связующего в слое порошка [2].

Для оценки смачиваемости также определяли краевой угол смачивания на тензиометре K100 фирмы KRUSS. Результаты измерений смачиваемости, характеристики растворов связующих и краевого угла смачивания приведены в таблице.

Характеристики растворов связующих, смачиваемости и краевого угла смачивания флотационного КСІ

Вид связующего	Плотность, г/см ³	Вязкость, мПа·с	Поверхностное натяжение, мН/м	Показатель смачиваемости – высота подъема связующего, мм	Угол смачивания, град
Вода	0,998	1,002	72,80	0,49±0,01	89,98±0,01
20%-ный раствор триполифосфата натрия	0,890	1,230	36,23	0,68±0,02	89,91±0,01
30%-ный раствор сульфата аммония	1,050	0,990	40,35	0,71±0,01	89,90±0,01
10%-ный раствор силиката натрия	1,108	1,550	39,48	3,99±0,01	81,40±0,02

При анализе данных таблицы видно, что все растворы исследуемых связующих имеют пониженное поверхностное натяжение. При этом показатель смачиваемости (высота подъема раствора связующего) и краевой угол смачивания находятся в обратной зависимости друг с другом: рост коэффициента смачиваемости сопровождается снижением угла смачивания. Раствор силиката натрия имеет почти в 8 раз более высокий показатель смачиваемости флотационного хлорида калия по сравнению с другими связующими и наименьшее значение угла смачивания. Исследуемые растворы связующих по смачивающей способности можно расположить в убывающий ряд: Na₂SiO₃ – (NH₄)₂SO₄ – Na₃PO₄ – вода, в котором максимальная смачивающая способность достигается при использовании в качестве связующего раствора силиката натрия, а смачивающие способности растворов сульфата аммония и триполифосфата натрия почти равны.

По второму методу смачиваемость порошка оценивали по длительности впитывания капель связующего, нанесенных на ровную поверхность образца шприцем. Оценку смачиваемости порошка раствором связующего проводили путем анализа формы капель связующего и длительности впитывания капель уплотненной поверхностью порошка. Методика оценки заключалась в следующем: 20 г хлорида калия уплотняли в чашке Петри невысоким плоским цилиндром, диаметром 8,5 см, до получения однородного слоя. Затем из шприца на поверхность уплотненного хлорида калия капали раствор связующего.

Гидрофобная поверхность компонента хлорида калия имела не растекаемые капли связующего шариковой формы и большую продолжительность впитывания капель. Для получения надежных данных проводили 10 параллельных измерений. В качестве иллюстрации результаты исследований смачиваемости по второй методике представлены на рис. 2.



Рис. 2. Фото капель связующего на поверхности образца флотационного хлорида калия в начальный момент времени (*a*) и через 20 мин (*б*). Вид связующего: I – вода, Na_3PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; II – метасиликат натрия

Все связующие (см. рис. 2) кроме силиката натрия образуют на поверхности хлорида калия капли шариковой формы, имеющие большую продолжительность впитывания, что обусловлено присутствием флотореагентов в хлориде калия, гидрофобизирующих поверхность порошка. Капли раствора силиката натрия впитываются поверхностью порошка в течение 2 с, что отражает высокую скорость процесса смачивания этого связующего гидрофобным хлоридом калия. Продолжительность впитывания остальных связующих составляла более 20 мин, что свидетельствовало о малой скорости процесса смачивания.

Проведенные исследования показали, что наибольшую смачиваемость и скорость смачивания поверхности гидрофобного порошка флотационного хлорида калия, покрытого примесями солянокислых аминов, проявляет связующее – раствор силиката натрия.

Выводы:

1. В результате проведенных исследований смачиваемости мелкодисперсного флотационного хлорида калия разработаны два экспресс-метода оценки величины смачиваемости.

2. Исследуемые растворы связующих по смачивающей способности можно расположить в убывающий ряд: Na_2SiO_3 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – Na_3PO_4 – вода, в котором максимальная смачивающая способность достигается при использовании в качестве связующего раствора силиката натрия.

3. Раствор силиката натрия имеет высокую скорость процесса смачивания гидрофобной поверхности хлоридом калия.

Список литературы

1. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли: свойства и способы их улучшения. – М.: Химия, 1987. – 256 с.

2. Разработка экспресс-метода для оценки качества обработки антислеживателями хлорида калия: отчет о НИР / Перм. гос. техн. ун-т; рук. В.З. Пойлов. – Пермь, 2004. – 37 с. – Исполн.: Н.Ю. Романов, С.В. Шишова. – Библиогр.: с. 33.

Получено 20.06.2012