

УДК 66.02:631.841.1

О ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ

Захаров Н.С., студент гр. Х-132, IV курс
Научный руководитель: Газенаур Е.Г., к.ф.-м.н., доцент
Кемеровский государственный университет
г. Кемерово

Сульфат аммония широко применяется в сельском хозяйстве в качестве одного из видов азотных удобрений, успешно конкурируя даже с таким высокоэффективным удобрением, как аммиачная селитра. Использование сульфата аммония в порошковой форме, существенно затрудняет процесс его эксплуатации. Гранулирование сульфата аммония как один из способов улучшения потребительских свойств удобрения широко используется в производстве. Гранулы хранятся гораздо лучше, чем обычный порошок (не слеживаются, не комкуются); более сыпучи (удобнее вносить в почву и дозировать); гранулы тяжелее порошка (не разносятся ветром, обеспечивая удобство при работе). Гранулированные удобрения обладают замедленным высвобождением и увеличенным временем действия (продолжительный эффект). Настоящая работа посвящена исследованию влияния технологии гранулирования на физико-технические характеристики сульфата аммония.

Экспериментальные исследования проводили в Центральной лаборатории Кемеровского акционерного общества (КАО) «Азот». В большинстве промышленно освоенных схем производства капролактама в качестве побочного продукта образуется значительное количество сульфата аммония. Сульфат аммония изготавливается на КАО «Азот» в соответствии с требованиями государственного стандарта ГОСТ 9097-82 по технологическому регламенту [1]. На КАО «Азот» сульфат аммония производится в виде кристаллов размером до 6 мм (далее по тексту – исходный сульфат аммония). Общий вид кристаллического сульфата аммония представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Кристаллы сульфата аммония.

Существуют различные способы гранулирования удобрений – методом окатывания; таблетирования и прессования; непосредственно из насыщенного или ненасыщенного раствора в аппарате кипящего слоя [2]. В настоящей работе, в лабораторных условиях КАО «Азот», осуществляли гранулирование сульфата аммония тремя различными способами:

1. смешиванием двух фракций сульфата аммония: измельчённого до размера 0,5 мм и исходного сульфата аммония размером от 0,2 мм до 6 мм; в качестве связующего реагента использовался насыщенный раствор сульфата аммония;
2. измельчением исходного сульфата аммония до размера фракции 0,5 мм; в качестве связующего реагента использовали насыщенный раствор карбамида;
3. смешиванием двух фракций сульфата аммония: измельчённого до размера 0,5 мм и исходного сульфата аммония; связующий реагент - насыщенный раствор карбамида.

Выбор связующих реагентов обусловлен их низкой стоимостью и доступностью на предприятии КАО «Азот». Использование в качестве связующего реагента насыщенного раствора сульфата аммония предполагает связывание крупных кристаллов, в связи с образованием зародышей в пустотах исходной смеси, и, как следствие, увеличение механической прочности. Как показали результаты исследований, использование насыщенного раствора сульфата аммония не ведет к увеличению механической прочности получаемых гранул. Вторым связующим реагентом выбран насыщенный раствор карбамида, несущего в своём элементном составе атомарный азот. Поскольку рентабельность производства гранулированного удобрения связана с количеством технологических этапов и вредностью производства предложен способ внедрения стадии смешения измельчённого и исходного сульфата аммония, а так же гранулирование полностью измельчённого сульфата аммония.

Гранулирование проводили в стеклянном грануляторе, изготовленном в стеклодувной мастерской КАО «Азот» (рис. 2). Гранулятор состоял из полый неподвижной трубки длиной 100 мм, диаметром 5 мм и штока (поршня) длиной 150 мм с уширением в конце диаметром 6 мм. Движение штока в трубке, заполненной смесью сульфата аммония и связующего реагента, обеспечивало получение гранул цилиндрической формы длиной около 100 мм. Для дальнейших исследований гранулы делили на оптимальную длину 10 мм.

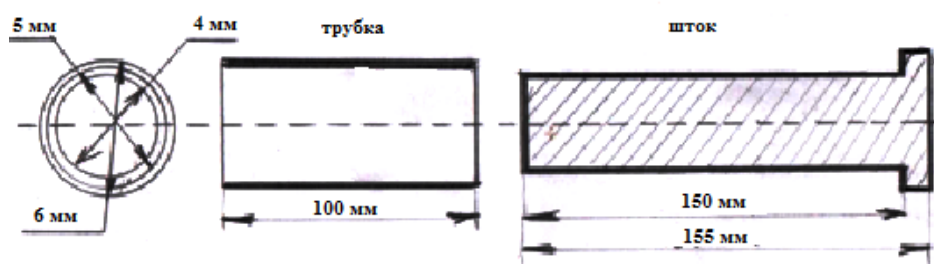


Рис. 2. Стеклянный гранулятор (трубка и шток).

Подготовленные выше описанным способом гранулы анализировали на показатели: массовая доля воды (анализ проводили в соответствии с ГОСТ 20851.4-75 [3]), pH раствора, массовая доля свободной серной кислоты, массовая доля азота, механическая прочность. Механическую прочность определяли по образующей на приборе МП-9С (пружина 0,45 см, поправочный коэффициент 1,3).

Как показали результаты проведенных исследований, технология гранулирования оказывает существенное влияние на физико-технические характеристики получаемого сульфата аммония (таблицы 1,2).

Таблица 1. Физико-химические показатели сульфата аммония

№ метода гранулирования	Массовая доля воды, %	pH раствора	Массовая доля свободной серной кислоты, %	Массовая доля азота, %	P, Н/гран (средняя по 20 образцам)
1	0,044	4,57	0,02274	21,1	1,54
2	0,64	2,7	0,0132	19,91	18,5
3	0,69	2,6	0,0127	19,11	7,74

Таблица 2. Механическая прочность сульфата аммония, полученного вторым методом гранулирования

№ п/п	d, см	h, см	S, см ²	N, дел	P, Н/гран	P, Н/см ²
1	0,5	1,65	0,85	15	19,50	23,64
2	0,5	1,54	0,77	9	11,70	15,19
3	0,5	1,76	0,88	15	19,50	22,15
4	0,5	1,43	0,72	16	20,80	29,09
5	0,5	1,71	0,86	14	18,20	21,29
6	0,5	1,54	0,77	16	20,80	27,01
7	0,5	1,82	0,91	16	20,80	22,86
8	0,5	1,61	0,81	8	10,40	12,92
9	0,5	1,43	0,72	8	10,40	14,55
10	0,5	1,74	0,87	15	19,50	22,41
11	0,5	1,49	0,75	7	9,10	12,21
12	0,5	1,85	0,93	24	31,20	33,73
13	0,5	1,75	0,88	14	18,20	20,80
14	0,5	2,20	1,10	36	46,80	42,55
15	0,5	2,00	1,00	41	53,30	53,30
16	0,5	1,93	0,97	4	5,20	5,39
17	0,5	1,55	0,78	3	3,90	5,03
18	0,5	1,66	0,83	11	14,30	17,23
19	0,5	1,16	0,58	6	7,80	13,45
20	0,5	1,44	0,72	7	9,10	12,64
Среднее		1,66	0,83	12	18,50	21,40

Наилучшие гранулы сульфата аммония получались при использовании в качестве связующего реагента насыщенного раствора карбамида (в таблице

1 – второй метод гранулирования). Гранулы обладают правильной формой, механическая прочность составляет, в среднем, 18,5 Н/гран (от 3,9 до 46,8 Н/гран (см. таблица 2)) против 7,74 Н/гран (от 2,6 до 22,1 Н/гран) для гранул, полученных третьим методом (с использованием смеси разных фракций).

Площадь гранулы рассчитывали по формуле: $S = d \cdot h$ (см²), где d – диаметр гранулы, h – длина гранулы. Давление, оказываемое на гранулу, рассчитывали по формуле: $P = 1,3 \cdot N \left(\frac{N}{\text{гранулу}} \right)$, где 1,3- поправочный коэффициент, а N - показания прибора в момент скачка стрелки, который свидетельствует о разрушении образца. Давление, оказываемое на единицу площади рассчитывали как: $P = \frac{1,3 \cdot N}{S}$ (см²).

При использовании в качестве связующего вещества насыщенного раствора сульфата аммония (метод 1 в таблице 1) получались наихудшие гранулы удобрения. При воздействии даже небольшим давлением гранулы теряли прочность; состав гранул не однороден. Низкая связываемость компонентов гранулы обусловлена неоднородностью сульфата аммония и наличием в смеси крупных кристаллов диаметром порядка 6 мм.

Проведенные поисковые исследования показали, что гранулирование кристаллического сульфата аммония ведёт к улучшению ряда физико-технических характеристик, а именно: уменьшению рН раствора и концентрации свободной серной кислоты; увеличению механической прочности.

Автор выражает благодарность заместителю начальника Центральной лаборатории КАО «Азот» Прониной С.Н. за помощь в проведении экспериментальных исследований.

Список литературы:

1. ГОСТ 9097-82 Сульфат аммония. Технические условия (с изменениями N 1-5). ГОСТ от 06.10.1982 №9097-82.
2. Кочетков, В.Н. Гранулирование минеральных удобрений. / Кочетков В.Н. - М.: Химия, 1975. – 224 с.
3. ГОСТ 20851.4-75 Удобрения минеральные. Метод определения воды (с изменениями N 1,2,3). ГОСТ от 01.01.1976 №20851.4-75.