

СУШКА ВЛАГОЕМКИХ ГРАНУЛ В СЛОЕ

А. С. БОГМА, В. М. ВИТЮГИН, В. А. ПРОХОРОВИЧ

(Представлена научно-методическим семинаром химико-технологического факультета)

Одним из способов интенсификации производства карбида кремния является окомкование кварцевых песков и тонкозернистого углеродистого материала методом грануляции [1]. Однако сырые гранулы с влажностью 4—5% обладают недостаточно высокой механической прочностью (40—50 г/гранулу), что приводит к опасению их разрушения при транспортировке, перемешивании и при загрузке в керновую печь.

С другой стороны, имеется опасность размягчения влажных гранул при нагреве их в печи и связанное с этим нарушение равномерной газопроницаемости шихтового слоя.

По этим причинам режим сушки гранул требует особого внимания при разработке общей технологии грануляции, особенно влагоемких материалов.

Для выяснения оптимального режима сушки гранул в лабораторных и полупромышленных условиях были проведены исследования соответственно на лабораторной и полупромышленной сушильных установках.

Экспериментальная лабораторная установка состояла из металлической сушильной камеры (диаметр 100 мм, высота 400 мм), в нижней части которой имеется камера смещения и в верхней части вакуум-камера. В качестве теплоносителя использовались продукты горения газа, разбавленные холодным воздухом до требуемой температуры опыта. Отсос газов и испаренной влаги из сушилки осуществлялся эксгаустером. Расход теплоносителя определялся с помощью диафрагмы и наклонного жидкостного манометра.

Исследуемые гранулы засыпались в металлический стакан с решетчатым дном и с продольным отверстием в боковой поверхности для установки термометров и визуальной оценки состояния слоя гранул после сушки. Стакан плотно устанавливался в сушильной камере, по высоте которой, в свою очередь, через каждые 10 мм имеются отверстия для установки термометров, что практически позволяет замерять температуру в любом месте по высоте слоя гранул.

В каждом опыте температура замерялась в камере смешения, в середине слоя гранул и в пространстве над гранулами. После опыта гранулы высыпались на металлический противень и отбирались пробы на влажность и механическую прочность из верхнего, среднего и нижнего слоев.

В конструкции сушилки предусмотрена возможность перестановки местами камеры смешения и вакуум-камеры, что позволяет проводить процесс сушки гранул как с прососом, так и с продувом сушильного агента через их слой. Улавливание увлеченной газами пыли осуществляется с помощью циклона.

Прежде всего, необходимо было выяснить влияние температуры сушильного агента на скорость, слипаемость и механическую прочность гранул. В первой серии опытов высота слоя гранул составляла 100 мм, просос и продув теплоносителя проводился при постоянной условной скорости $1 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сек}$ в интервале температур от 20°C до 200°C . Данные опытов 1 серии показали (рис. 1), что сушка сырых гранул, как и следовало ожидать, в существенной мере зависит от высоты их слоя. Влага, удаленная из более горячих слоев в непосредственном контакте с поступающим в сушилку теплоносителем, конденсируется в более холодных слоях, увеличивая их влажность [2].

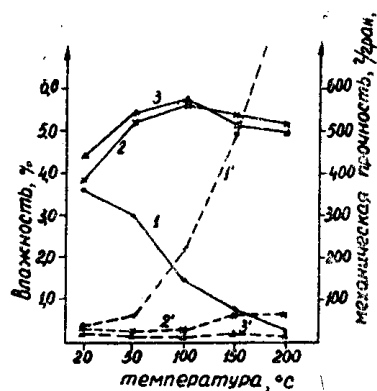


Рис. 1. Зависимость влажности и механической прочности гранул на раздавливание от температуры сушильного агента (при прососе его через слой гранул). 1, 1'; 2, 2' и 3, 3' — соответственно для проб из верхнего, среднего и нижнего слоев гранул после 8 минут сушки.

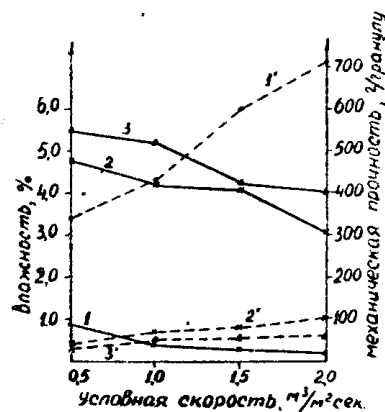


Рис. 2. Зависимость влажности и механической прочности гранул на раздавливание от скорости сушильного агента (при прососе его через слой гранул). 1, 1'; 2, 2' и 3, 3' — соответственно для проб из верхнего, среднего и нижнего слоев гранул после 8 минут сушки.

При температуре сушильного агента ниже 100°C происходит размягчение связующего (сульфит-спиртовая барда), с увеличением температуры увеличивается перепад температур между верхними и нижними слоями гранул, что придает резкую неравномерность во влажности и механической прочности их. При условной скорости сушильного агента $1 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сек}$ уноса тонкозернистых частиц практически не наблюдается.

Во второй серии опытов ставилось целью исследовать процесс сушки гранул в зависимости от скорости сушильного агента при движении его сверху вниз и снизу вверх через слой гранул. Высота слоя гранул составляла 50 мм, температура сушильного агента 100°C , размер гранул 3—5 мм при начальной влажности 4,5%. Условная скорость сушильного агента составляла 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 и $4,0 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сек}$.

Результаты опытов 2 серии показали (рис. 2), что увеличение относительной скорости теплоносителя выше $1 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сек}$ при высоте слоя гранул 50 мм способствует сокращению времени сушки и повышению их механической прочности, но неравные условия сушки в различных по высоте

слоях не устраняются. Особенно это приводит к переувлажнению нижних слоев с изменением их пористости и газопроницаемости при прососе теплоносителя сверху вниз через слой гранул. При скорости теплоносителя $4 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сек}$ наблюдается унос мелочи.

Исследования 3 серии опытов по сушке гранул проводились при высоте слоя 25 мм, температура 100°C (крупность гранул 3—5 мм, начальная влажность 4,5%) и различной скорости сушильного агента. Результаты опытов (при продуве теплоносителя через слой гранул снизу вверх) приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ опытов	Условная скорость сушильного агента, $\text{м}^3/\text{м}^2 \text{сек}$	Проба	Влажность гранул, %			
			время сушки, мин			
			2	4	6	8
1	0,5	верх	6,01	5,34	5,19	4,91
		средина	3,18	3,21	3,02	2,74
		низ	1,52	1,47	1,09	0,77
2	1,0	верх	4,04	3,81	3,66	3,40
		средина	2,13	1,65	1,46	0,83
		низ	0,97	0,90	0,59	0,36
3	2,0	верх	2,71	2,62	2,43	1,06
		средина	1,55	1,37	0,86	0,54
		низ	1,03	0,86	0,51	0,28
4	3,0	верх	2,60	1,24	0,93	0,41
		средина	1,56	0,92	0,47	0,26
		низ	0,88	0,54	0,34	0,12

При слое гранул 25 мм, температуре сушильного агента 100°C и условной скорости его прохождения через слой гранул $2\text{—}3 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{сек}$ равномерность сушки, как видно из таблицы, по слоям выравнивается. Гранулы, высушенные в условиях четвертого опыта после 8 минут сушки, показали высокую механическую прочность ($2300\text{—}3000 \text{ г/гранулу}$) и полностью удовлетворяют требованиям производства.

Таким образом, на основании проведенных лабораторных исследований с учетом производительности сушильной установки и качества высушенных гранул оптимальным режимом сушки следует считать:

1. Температура сушильного агента $100\text{—}120^\circ\text{C}$.
2. Высота слоя гранул $20\text{—}25 \text{ мм}$.
3. Условная скорость сушильного агента $2,5\text{—}3,0 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{сек}$.

При этих выбранных условиях на укрупненной модели сушильной установки было высушено 5 тонн кварцево-углеродистых гранул. Качество высушенных гранул полностью подтвердило выбранный оптимальный режим сушки.

Выводы

1. Установлено, что при сушке влагоемких гранул в слое основной опасностью является образование зоны переувлажненного состояния, приводящей к неравным условиям сушки гранул в различных по высоте слоях.

С увеличением высоты слоя неравномерность сушки резко увеличивается и приводит к разрушению переувлажненных гранул, уменьшая газопроницаемость слоя и увеличивая нагрузку на эксгаустер.

Это явление не устраняется при повышении температуры сушильного агента.

2. Установлен рациональный режим сушки влагоемких гранул в слое.

3. В производственных условиях выбранный оптимальный режим сушки легко осуществить на сетчатых ленточных сушилках.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Рыбаков, В. В. Карлин, В. М. Витюгин, В. А. Прохорович. Пути дальнейшего развития производства карбида кремния, ж. Абразивы, вып. 5, 3—5, 1963.

2. А. М. Парфенов. Агломерация железных руд. М., Metallurgizdat, 137, 1954.