

УДК 661.152.099.2.023(045)

**Н. А. ВЫСОЦКАЯ**

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» (Солигорск, Беларусь)

## **ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГРАНУЛ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРЕГАТАХ БАРАБАННОГО ТИПА**

### **Аннотация**

Рассмотрено гранулирование методом окатывания и его стадии. Отмечено, что немаловажными параметрами, характеризующими образование гранул в процессе гранулирования методом окатывания, являются: количество ретура, наличие жидкой фазы, температура и время окатывания. Приведена технология получения гранул. Представлен расчет основных параметров барабанного гранулятора при гранулообразовании комплексных удобрений.

### **Ключевые слова:**

гранулирование, барабан-гранулятор, жидкая фаза, технология.

К гранулированным материалам, используемым в сельском хозяйстве и других отраслях промышленности, предъявляются высокие требования по прочности, теплопроводности, влагопоглощению, гранулометрическому составу. Хорошим спросом пользуются комплексные калийные удобрения (НРК-удобрения). Во многих отраслях промышленности, в том числе в химической, хорошо себя зарекомендовали процессы получения гранул из тонкодисперсного начального продукта методом окатывания в барабанных грануляторах [1, 2].

Технология получения сложносмешанных комплексных минеральных НРК-удобрений методом окатывания включает в себя такие стадии, как:

- перемешивание смеси исходных компонентов (шихты) с мелкими частицами готового продукта, полученного в процессе нейтрализации и сушки шихты, и жидкостью (водой или плавом удобрения);
- получение гранулированного продукта из мелких частиц и измельчение комочков;
- непосредственно гранулирование методом окатывания в барабанном грануляторе, путем образования и упрочнения гранул при ударе о стенку барабана либо о неподвижный слой частиц;
- стабилизацию структуры гранул [3, 4] и упрочнение связей.

Образование гранул комплексных минеральных удобрений методом окатывания в барабанном грануляторе зависит от таких параметров, как количество ретура, наличие жидкой фазы, температура и время окатывания.

На первой стадии при смешении шихты и ретура в качестве связующего применяют разного рода жидкости, которые способствуют сцеплению частиц между собой.

На второй стадии капля жидкости (воды, плава удобрения) попадает в слой материала и под влиянием капиллярных сил начинает распространяться, при

этом заполняя поры между частицами. Жидкость перестает распространяться в материале, когда комок достигает предельной влагоемкости.

На третьей стадии идет окатывание и уплотнение гранул в барабанном грануляторе, который представляет собой цилиндр с распределительными лопастями на внутренней поверхности, вращающийся вокруг своей оси. Уплотнение частиц методом окатывания происходит при ударе о неподвижный слой материала или о стенку гранулятора. Комки, ударяясь и ссыпаясь, подвергаются уплотнению. Лишняя влага, находящаяся внутри комка, выдавливается на его поверхность, что позволяет дальнейшее присоединение к такому комку сухих частичек.

На последней стадии происходит стабилизация структуры гранул.

Гранулирование происходит в барабанном грануляторе. На 3-й сельвинитовой обогатительной фабрике ОАО «Беларуськалий» используется барабанный гранулятор производства ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», основные показатели которого представлены в табл. 1.

Табл. 1. Основные технические характеристики барабана-гранулятора, выпускаемого в ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством»

Показатель	Числовое значение	Показатель	Числовое значение
Производительность гранулятора $G_{гр}$ , т/ч	32	Растворимость материала при 70 °C S, кг/кг	1
Средний диаметр получаемых гранул $d_{cp}$ , мм	3	Диаметр гранул в начале процесса гранулирования $d_0$ , мм	1
Средний диаметр частиц вторичного продукта (рецикла) $d_p$ , мм	0,8	Содержание жидкой фазы в начале процесса гранулирования $P_0$ , кг/кг	0,024
Диаметр барабана $D$ , мм	3000	Содержание частиц вторичного продукта (рецикла) в шихте $\xi$	0,75
Насыпная плотность шихты $\rho_n$ , т/м <sup>3</sup>	1,08	Скорость скатывающихся частиц в слое материала $v_{ск}$ , м/с	2

Коэффициент распределения гранул по размерам

$$\eta = \frac{1}{A + B d_{cp}}, \quad (1)$$

где  $A$ ,  $B$  – установленные значения для удобрений при расчете коэффициента распределения гранул по размерам,  $A = 0,144$ ;  $B = -0,029$ .

Распределение гранул по размерам определяется по формуле

$$f(d_{cp}) = \frac{\eta^n}{\Gamma(\eta)} \cdot \frac{1}{d_{cp}} \left( \frac{d_p}{d_{cp}} \right)^{\eta-1} \exp \left( -\eta \cdot \frac{d_p}{d_{cp}} \right), \quad (2)$$

где  $\Gamma(\eta)$  – гамма-функция.

Произведя расчеты выражения (1), получили, что значение  $\eta = 17,54 - \Gamma(\eta) = 9,5 \cdot 10^{13}$ .

При подстановке числовых значений в формулу (2) установили, что содержание гранул комплексных NPK-удобрений со средним размером 3 мм –  $f(3) = 0,651$ .

Средний диаметр гранул продукта

$$d_{\varphi} = d_0 \exp \left[ m \left( \frac{P}{1 - \xi + \xi(d_0/d_p)} - P_0 \right)^n \right], \quad (3)$$

где  $m, n$  – коэффициенты, соответствующие комплексным фосфорсодержащим удобрениям при разных значениях температур.

Для дальнейшего расчета основных технических характеристик барабанного гранулятора из уравнения (3) необходимо выразить содержание жидкой фазы  $P$  в шихте.

Влагосодержание шихты  $W$  определяется через значение  $P$  из формулы (3):

$$P = \frac{W + WS + i}{1 - WS - i},$$

откуда

$$W = \frac{P}{1 + S + PS}.$$

Расход воды с компонентами

$$G_{\text{в}} = \frac{G_{\text{м}} W}{1 - \xi}. \quad (4)$$

Расход рецикла

$$G_{\text{рц}} = G_{\text{м}} \left( \frac{\xi}{1 - \xi} \right). \quad (5)$$

Объемная производительность гранулятора

$$G = \frac{G_{\text{м}} (1 + W)}{\rho_{\text{н}} (1 - \xi)}. \quad (6)$$

Для определения коэффициента заполнения барабана  $\Phi$  используется формула

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} (\varphi - \sin \varphi), \quad (7)$$

где  $\varphi$  – центральный угол обхвата в барабанном грануляторе, равный  $\pm 108^\circ$ .

Формула определения скорости подъема материала возле стенки барабанного гранулятора имеет вид