

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ГРАНУЛЯЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ И УДОБРЕНИЙ В АППАРАТАХ СО ВЗВЕШЕННЫМ СЛОЕМ ЧАСТИЦ

А.П.Врагов

Математическое моделирование химико-технологических процессов с применением ПЭВМ является одним из активных методов исследования влияния многофакторных параметров на скорость процесса. На основе математического моделирования создается программа расчета, которая в определенной мере позволяет отказаться от исследования процесса в натурном эксперименте и заменить его вычислительным экспериментированием с применением ПЭВМ. Использование ПЭВМ в исследованиях математической модели процесса в значительной мере сокращает затраты, связанные с разработкой, изготовлением и проведением экспериментальных исследований и сокращает время на выполнение экспериментальных исследований.

Математическое моделирование процессов кристаллизации и грануляции удобрений из растворов – процессов во многом схожих – с применением аппаратов кипящего слоя (КС) развивается на кафедре ПОХНП на протяжении более 30 лет в направлении создания программ для расчета и проектирования аппаратов КС большой единичной производительности.

Исследования процессов кристаллизации солей из растворов в классифицирующих кристаллизаторах с целью получения однородного крупнокристаллического продукта позволило разработать модель непрерывного противоточного движения потока пересыщенного раствора и дисперсной твердой фазы растущих кристаллов. На базе этой модели был разработан метод пофракционного расчета классифицирующих кристаллизаторов цилиндрической и цилиндроконической формы.

Математическая модель процесса кристаллизации из растворов в классифицирующем кристаллизаторе включает несколько блоков:

- блок вычислений параметров физико-химических свойств раствора в рабочих условиях процесса;
- блок вычислений параметров гидродинамики процесса в нижней (продукционной) секции кристаллизатора с целью выбора циркуляционного насоса и определения диаметра кристаллизатора;
- блок вычислений параметров оптимального массообменного взаимодействия витающих кристаллов в зависимости от их размера и порозности слоя с целью определения объема и высоты взвешенного слоя каждой монофракции зерен. В качестве параметра оптимизации был выбран максимально достижимый в процессе объемный коэффициент массопередачи;
- блок вычислений высоты взвешенного слоя кристаллов и определения окончательных размеров кристаллорастителя.

Исследования процессов получения гранулированных удобрений из растворов и пульп в аппаратах типа распылительная кипящего слоя грануля-

тор - сушилка (РКСГС) направлены на разработку методики расчета горизонтально и вертикально секционированных аппаратов КС для постадийного разрачивания гранул за счет выделения твердого вещества из раствора (пульпы) при их высыхании на поверхности витающих частиц.

Разрабатываются два типа моделей аппаратов РКСГС с вводом внешнего ретурна: аппарат с горизонтальным секционированием и аппарат с вертикальным секционированием рабочего объема гранулятора – сушилки.

В аппарате с горизонтальным секционированием принята модель продольного течения частиц с распыляемым над ними раствором (пульпой), которые при высыхании на поверхности частиц обеспечивают их рост. Необходимое для проведения процесса сушки тепло подводится снизу с нагретыми газами, подаваемыми под газораспределительную решетку.

На первоначальных этапах математического моделирования применяется модель “чистого роста”, в которой по мере роста частицы перетекают в следующие секции и отводятся из сушилки с первоначально заданным размером гранул. В этой модели не учитываются процессы агломерации и дробления частиц, в дальнейшем эти процессы предполагается учесть.

В аппарате с вертикальным секционированием применяется модель “чистого роста” частиц с промежуточным подводом тепла под распределительную решетку каждой секции с целью поддержания равномерного температурного режима процесса сушки.

Математическая модель процесса гранулирования и сушки в вертикально секционированном аппарате составлена примерно по схеме, аналогичной с моделью процесса кристаллизации, но в ней присутствует значительно больше переменных факторов, связанных с распределением потока раствора по секциям, с изменением температуры гранул и газового потока в кипящем слое, а также условиями гидродинамики, тепло- и массообмена в КС, перетекания частиц между секциями. Целью моделирования процесса и аппарата типа РКСГС является разработка методики расчета секционированных аппаратов КС и определение параметров процесса по секциям, обеспечивающих стабильное протекание процесса: распределение потока раствора (пульпы); поддержание необходимых гидродинамических условий в секции (скорости потока и температуры газа); обеспечение необходимой скорости сушки и времени пребывания гранул (время роста) в объеме кипящего слоя; определение объема и массы гранул в каждой секции. Условием оптимизации процесса гранулирования и сушки является условие минимума общих энергетических затрат на реализацию процесса (минимального расхода горючего газа и воздуха при минимальной температуре отводимых из аппарата газов).

В разработке математических моделей процесса кристаллизации из растворов принимали участие 3 аспиранта и 2 магистра, процесса грануляции и сушки — 1 аспирант и 5 магистров. Объем вычислительного эксперимента чрезвычайно большой и здесь предстоит еще очень много работы.