

ГРАНУЛИРОВАНИЕ В ВИХРЕВОМ ВЗВЕШЕННОМ СЛОЕ: АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ГРАНУЛЯТОРОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Москаленко К.В., аспирант, Ведмедера В.С., студент,
Артюхов А.Е., канд. техн. наук, доцент, Покотыло В.Н., ведущий специалист
Сумской государственной университет, г. Сумы

Проведен сравнительный анализ конструкций грануляторов в производстве гранулированных продуктов. Описана краткая характеристика грануляционного оборудования. Рассматривается возможность применения технологии гранулирования в вихревом взвешенном слое и перспективы ее развития.

A comparative analysis of constructions of granulators in the production of granulated products has been held. A brief characteristic of granulation equipment has been described. The possibility of applying the technology of granulating in vortex suspended bed and its development prospects are shown.

Ключевые слова: гранулятор, вихревой взвешенный слой

В настоящее время в производстве минеральных удобрений, а также различных материалов пищевой и химической промышленности одно из основных мест занимают процессы гранулирования. Усовершенствование технологии осуществления этих процессов требует, в том числе, и увеличение удельной мощности аппаратуры для производства гранулированных продуктов.

В существующих технологических схемах производства гранулированных продуктов средней производительности широкое распространение получили грануляторы взвешенного слоя. Проведение гранулирования в таких аппаратах требует меньших затрат материальных и энергетических ресурсов по сравнению с другими видами грануляционного оборудования. В то же время, грануляторы взвешенного слоя обладают рядом недостатков, основным из которых является низкая стабильность взвешенного слоя в широком диапазоне изменений нагрузок по газовой и твердой фазе, и, как следствие, сложность управления и регулирования процессов в этих аппаратах [1]. С целью устранения недостатков указанного типа оборудования разрабатываются другие формы организации взаимного движения потоков, более эффективные конструкции грануляторов, которые призваны обеспечить необходимые технические требования к готовой продукции.

Улучшение равномерности взаимного контакта потоков в грануляторе, обеспечение необходимого времени пребывания фаз, снижение гидравлического сопротивления в рабочем пространстве аппарата, интенсификация тепломассобменных процессов имеют важное значение для достижения прогресса в совершенствовании современных и создании новых аппаратов. Применение вихревого взвешенного слоя приводит к улучшению эффективности тепломассобмена, выравниванию температурных неравномерностей, стабилизации течений [2].

Для определения путей повышения эффективности технологического процесса гранулирования необходимо проанализировать существующие конструкции грануляторов вихревого взвешенного слоя и дать их сравнительную оценку.

В настоящее время в технологии получения гранулированной продукции нашли применение вихревые грануляторы взвешенного слоя отечественных и зарубежных (Urea Casale S.A., Kahl Group, Neuhaus Neotec, Changzhou Xianfeng Drying Equipment Company Ltd и др.) производителей. Ниже рассмотрены особенности конструкций этих грануляторов, их достоинства и недостатки.

На рисунке 1 представлен гранулятор производства Changzhou Xianfeng Drying Equipment Company Ltd. [3]. В отличие от традиционной технологии верхнего распыления, в этом аппарате осуществляется прямоточное движение газового потока и гранул за счёт нижнего распыления жидкого материала. На начальном этапе формирования гранулы осуществляют упорядоченное движение и образуют стабильный вихрь в центральной трубке. Вихревое движение потоков устраняет проблемы возможного возникновения застойных зон.

Принципиальная схема вихревого гранулятора фирмы Urea Casale S.A [4] представлена на рисунке 2. Эта конструкция предусматривает боковое введение расплава в горизонтальный вихревой взвешенный слой, который состоит из двух цилиндров, вращающихся в различных направлениях.

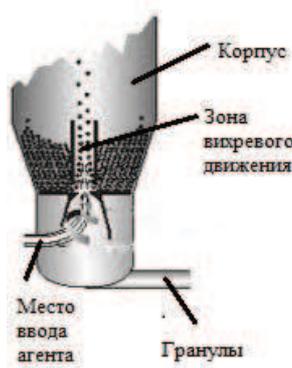


Рис. 1 – Гранулятор производства Changzhou Xianfeng Drying Equipment Company Ltd

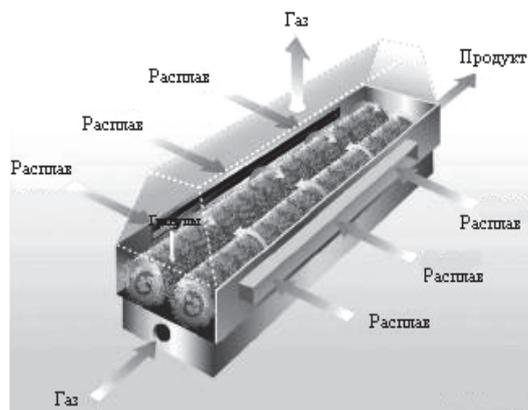


Рис. 2 – Вихревой гранулятор фирмы Urea Casale S.A

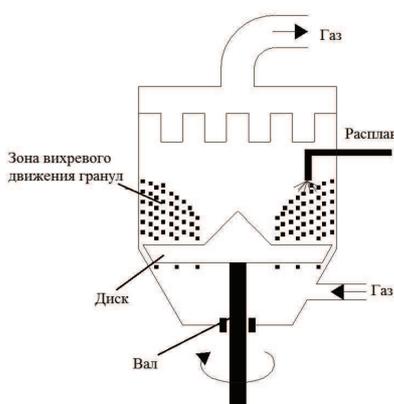


Рис. 3 – Гранулятор взвешенного слоя с вращающимся диском

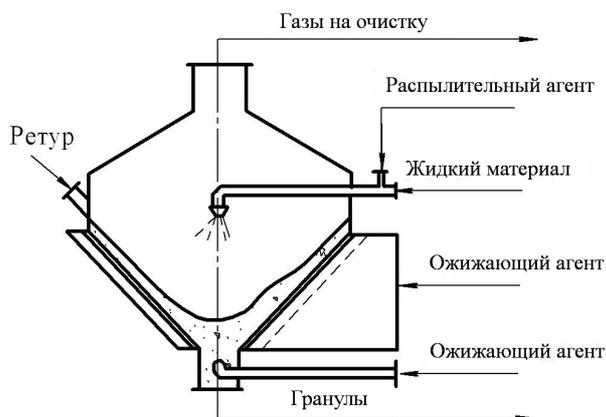


Рис. 4 – Аппарат с вихревым слоем гранул

Особенности конструкции гранулятора взвешенного слоя с вращающимся диском продемонстрированы на рисунке 3 [5]. Диск усеченной конической формы приводится во вращение валом, смонтированным в центре нижней части аппарата. При использовании этой конструкции наблюдается явление деформация капли при попадании на вращающийся диск. Наличие вращающихся частей также снижает надежность этого аппарата.

Один из вариантов аппарата с вихревым слоем гранул [6] представлен на рисунке 4. В аппаратах данного типа вращающийся поток теплоносителя обеспечивает упорядоченное движение материала. Благодаря взвешенному круговому движению материал не образует агломератов.

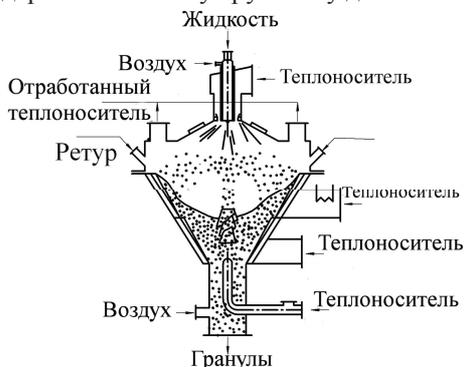


Рис. 5 - Сушилка - гранулятор вихревого типа со встречными потоками



Рис. 6 - Гранулятор с сепарацией гранул в вихревом слое

На рисунке 5 приведена принципиальная конструкция сушилки-гранулятора вихревого типа со встречными потоками [7]. Высокотемпературный теплоноситель разбивается на два потока, один из которых разгоняется в конической вставке и поступает на распылительную сушку жидкого материала и торможение восходящего потока гранул, а другой закручивается завихрителями и поступает на подсушку смоченных гранул, придавая им вращательное движение и усиливая тем самым сепарационный эффект. В зависимости от собственной массы подсушенные гранулы падают в закрученный взвешенный слой на различных расстояниях от оси его вращения и вовлекаются во вращательное движение.

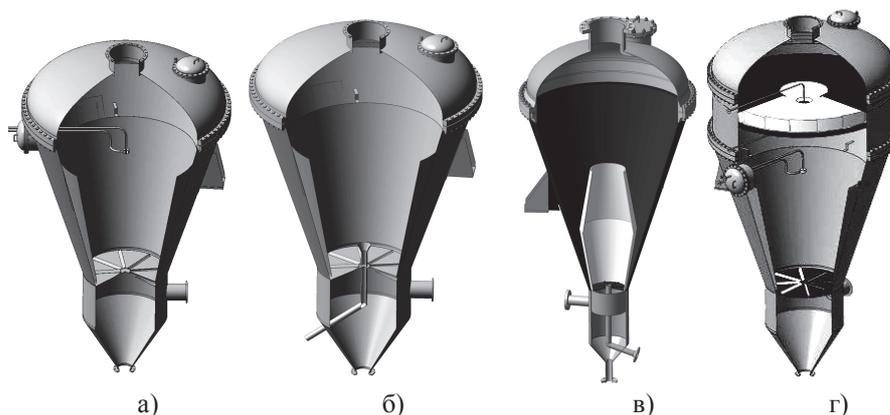
Гранулятор с сепарацией гранул в вихревом слое [8] показан на рисунке 6. Вихревой слой в этих аппаратах образуется в сепарационном пространстве за счет подачи воздушной струи под нижнюю границу потока гранул, выводимых из взвешенного слоя. Вынесенные воздушной струей в сепарационное пространство мелкие частицы при сообщении им ускорения, образуют вихревой слой, в котором проявляется эффект сепарации частиц по размерам.

Приведенные выше грануляторы, несмотря на все их достоинства, требуют дополнительной установки оборудования для обеспечения внутренней циркуляции ретура, а для некоторых из вышеперечисленных конструкций – оборудования для обеспечения классификации. Также при помощи таких конструктивных исполнений грануляторов и организации движения технологических потоков, затруднительно управлять полетом гранул в полете.

Основными факторами, которые отрицательно влияют на качество гранулированных продуктов, является:

- возможность столкновения и агломерации отдельных капель;
- неравномерность времени контакта дисперсной фазы с газовым потоком;
- отсутствие интенсивного бокового перемешивания.

Анализ конструкций грануляторов позволил предложить аппараты, показанные на рисунке 7, которые позволяют уменьшить влияние вышеперечисленных факторов на формирование гранул и устранить проблемы связанные с дополнительной установкой оборудования для обеспечения внутренней циркуляции ретура.



а) с распылением расплава [9]; б) с предварительным увлажнением гранул и простым внутренним корпусом [10]; в) с предварительным увлажнением гранул и составным внутренним корпусом [11]; г) с сепарационной секцией [12]

Рис. 7 - Конструкции вихревых грануляторов

В основу данных аппаратов заложен принцип проведения одновременно процесса гранулирования, классификации, внутренней циркуляции ретура, а также улавливания мелких частиц (сепарации). Осуществление этих процессов в различных зонах гранулятора позволяет осуществлять управление временем пребывания гранул за счет изменения гидродинамических условий движения потоков по высоте рабочего пространства. Также аппараты вихревого взвешенного слоя наряду с аппаратами комбинированного взвешенного слоя [13], позволят уменьшить наличие застойных зон и интенсифицировать боковое перемешивание в слоях

Выводы.

Рассмотренные конструкции грануляторов показали, что технология вихревого взвешенного слоя требует дальнейшего совершенствования.

Перспективным направлением развития технологии получения гранулированных продуктов во взвешенном слое является создание вихревых грануляторов – классификаторов с внутренней циркуляци-

ей ретура. В представленной работе приведены основные перспективные конструкции таких грануляторов. Разработанные малогабаритные аппараты вихревого взвешенного слоя с переменным по высоте сечением рабочего пространства позволяют решить ряд проблем, которые описаны в статье [14].

Литература

1. Гельперин Н.И., Девидсон И., Харрисон Д. Псевдоожидание. – М.: Химия. - 1974. – 728 с.
2. Митрофанова О.В. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-энергетических установок. – М.: Физматлит. - 2010. – 288 с.
3. <http://www.everychina.com/site-vortex-granulator>
4. Better product quality // Nitrogen Fertilizer Finishing Nitrogen+Syngas 319. – 2012. - pp 52 – 61
5. Guignon B., Duquenoy A., Dumoulin E. D. Fluid Bed Encapsulation of Particles: Principles and practice // Drying Technology, No. 20. – 2002. - pp. 419-447.
6. Классен П.В. Основные процессы технологии минеральных удобрений. И.Г. Гришаев. – М.: Химия. - 1990. – 304 с.
7. А.с. 1554958 СССР, МКИ В01J2/16. Устройство для сушки и гранулирования жидких материалов / Б.С. Сажин, Б.П. Лукацкий, А.А. Полевич, А.В. Акулич, В.З. Павелко (СССР). – №4167541/31–26; заявл. 26.12.1986; опубл. 07.04.1990.
8. Патент №10288 А Україна, МПК 7 В01J2/16. Спосіб одержання гранульованого продукту / Є.В. Донат, М.П. Юхименко; заявник та патентовласник Сумський державний університет. – №93111445; заявл. 31.03.1993; надрук. 25.12.1996.
9. Патент № 82754 Україна, МПК В01J2/16(2006.01) Спосіб гранулювання рідкого матеріалу та пристрій для його здійснення // А.Є. Артюхов, В.І. Склабинський; заявник та патентовласник Сумський державний університет. – заявл. 20.07.2006; опубл. 12.05.2008, бюл. №9.
10. Патент № 99023 Україна, МПК12 В01J 2/16, В01J 2/00 Спосіб отримання гранул пористої структури та пристрій для його здійснення // А.Є. Артюхов, В.І. Склабинський; заявник та патентовласник Сумський державний університет. – заявл. 13.12.2010; опубл. 10.07.2012, бюл. № 13.
11. Патент на корисну модель №93649 Україна МПК В01J2/16 (2006.01). Пристрій для одержання гранул пористої структури / Артюхов А.Є., Фурса О.С., Москаленко К.В.– Заявлено 05.05.2014; Надрук 10.10. 2014, Бюл. №19.
12. Артюхов А.Е., Ляпошенко А.А., Склабинский В.И. Инерционно-фильтрующие сепараторы для очистки отходящих газов в вихревых грануляторах // Материалы научной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». – 2010. - 67-69 с.
13. Артюхов А.Є. Гідродинамічні чинники грануляційних пристроїв із зниженою висотою польоту гранул. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Суми. - 2009. – 181 с.
14. Artyukhov A.E. Vortical type granulators in the chemical industry // Materials of scientific conference, staff and students of SSU. – 2006. - part 2, pp. 32-33.

УДК 66.047

КІНЕТИКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ

Мосюк М. І., канд. техн. наук, асистент., Псюк Ю. Я., магістр., Рудей І. А., магістр
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

У статті наведені результати експериментальних досліджень основних фізичних характеристик подрібненої деревини (тирси), а також дослідження кінетики і динаміки та швидкості її фільтраційного сушіння.

In the article we see results of experimental studies of basic physical characteristics chopped wood (sawdust), as well as investigation of kinetics, dynamics and speed of filtration drying.

Ключові слова: подрібнена деревина, тирса, стаціонарний шар, кінетика, динаміка, тепловий агент, фільтраційне сушіння.

Вступ. Ситуація, що склалася на сьогодні в енергетичній і екологічній сферах, змушує світорієнтуватися на широкомасштабне використання екологічно-безпечних, відновлюваних та високопродуктивних енергоресурсів. Серед відновлювальних джерел усе більшого поширення набувають енергоносії біологі-