

К.В. Москаленко, А.Е. Артюхов
Сумский государственный университет (г. Сумы, Украина)
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ В ПРОЦЕССАХ
ГРАНУЛИРОВАНИЯ**

В условиях предприятий малой и средней мощности при производстве гранулированных продуктов из растворов и расплавов целесообразно использовать грануляторы взвешенного слоя. Их достоинством является то, что процессы тепломассообмена во взвешенном слое проходят более интенсивно, чем в других видах грануляционного оборудования, что обусловлено развитой поверхностью контакта фаз. Такие аппараты менее габаритны (по сравнению с грануляционными башнями и оборудованием барабанного типа), имеют более простую конструкцию, и, как следствие, меньшие затраты материальных, энергетических и трудовых ресурсов на монтаж, ремонт и обслуживание. Среди недостатков оборудования данного типа основным является низкая стабильность взвешенного слоя в широком диапазоне изменений нагрузок по газовой и жидкой фазам. Разработанные грануляторы вихревого взвешенного слоя позволяют избежать этого недостатка, а также усовершенствовать гидродинамику рабочего пространства аппарата.

Проблема интенсификации тепломассообменных процессов имеет важное значение для достижения прогресса в совершенствовании современных и создании новых аппаратов. Среди многообразия способов интенсификации теплообмена закрутка потоков рабочих сред является одним из наиболее простых и распространенных способов. Это связано с тем, что применение закрученных потоков приводит к улучшению эффективности тепло- и массообмена а также выравниванию температурных неравномерностей и стабилизации течений.

В грануляторах закручивание потока с помощью разнообразных устройств (завихрителей) приводит к крупномасштабному воздействию на все характеристики поля течения, а, следовательно, и тепломассообмен. При этом характерная для закрученных течений трехмерность поля скорости и соизмеримость тангенциального и осевого компонента скорости обуславливает формирование трехмерного поля давления с радиальным и продольным градиентом. Благодаря наличию поперечных составляющих скорости – тангенциальной и радиальной, усиливается конвективный перенос импульса, энергии и массы и изменяется вихревая структура внутренних закрученных потоков. С этим и связаны столь необходимые в технических приложениях свойства закрученных течений, выражающиеся в их способности интенсифицировать процессы тепло- и массообмена, выравнивать локальные температурные неоднородности за счет конвективного перемешивания.

Создание метода расчета гидродинамики и тепломассообмена в закрученных потоках, основанных на фундаментальном изучении их физической природы, приобретает все большую актуальность для решения задач повышения эффективности и оптимизации конструкций вихревых аппаратов.

Использование грануляторов с вихревым взвешенным слоем позволяет:

- ~ распределять потоки гранул разного фракционного состава в пределах одного устройства;
- ~ проводить классификацию для максимально полного завершения процесса кристаллизации;
- ~ предупредить возникновение гранул с формой, отличной от сферической;
- ~ почти полностью исключить фактор влияния на процесс гранулообразования перемешивания мелкой и товарной фракции;
- ~ повысить скорость приращения гранул к товарной фракции, что в свою

очередь обеспечит повышение степени монодисперсности гранулометрического состава готового продукта;

создать развитую пористую структуру на поверхности в пределах ядра взвешенного слоя (например, в производстве гранул пористой аммиачной селитры);
исключить влияние на распыление неравномерности поступления в распылитель жидкого материала.

Разработанные малогабаритные вихревые аппараты взвешенного слоя с переменной площадью рабочего пространства являются высокоэффективным оборудованием, которое позволяет улучшить качество продукта и снизить его себестоимость [1-10].

Среди задач, которые требуют решения на этапе моделирования процесса гранулирования в вихревых аппаратах, необходимо выделить следующие:

- развитие математического описания термодинамики и массообмена в вихревых потоках в связи с гидродинамикой их движения;

исследование процесса внутренней циркуляции ретур и отвода гранул из рабочей зоны устройства;

закономерности классификации гранул в рабочем пространстве гранулятора;

механизмы сепарации мелких гранул;

условия деформации капель и их равновесия в закрученном газовом потоке;

способы распыления жидкого материала и напыление его на ретур.

Решение поставленных задач позволит разработать методику инженерного расчёта грануляторов вихревого типа в приложении к различным производствам гранулированных продуктов из растворов и расплавов, а также при увлажнении и термообработке для получения гранул пористой структуры [11].

Список литературы

1. Vsevolod Sklabinskyi, Artem Artyukhov, Nikolay Kononenko. Environmental aspects implementation of high-granulation equipment for the production of nitrogen fertilizers // *International Journal of Sustainable Development*, 2013, vol. 13, pp. 10-16.
2. Артюхов А.Е. Получение гранул безбашенным способом в аппаратах с вихревым псевдооживленным слоем / А.Е. Артюхов, В.И. Склабинский // *Технологія-2005: тези доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (14-15 квітня 2005 р.)*. - Северодонецьк, Северодонецький технологічний інститут Східноукраїнського Національного університету ім. В. Даля, 2005. - С. 86-87.
3. Artyukhov A.E. Vortical type granulators in the chemical industry /A.E. Artyukhov, L.P. Yarmak//*Матеріали науково-теоретичної конференції викладачів, аспірантів, співробітників та студентів гуманітарного факультету: 20-25 квітня 2006 р.*— Суми: СумДУ, 2006.—Ч. 2.—Р. 32-33.
4. Артюхов А.Е. Разработка высокоэффективных методов тепломассообмена с использованием вихревого псевдооживленного слоя / А.Е. Артюхов, В.И. Склабинский // *Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы III Международной конференции (1-8 июня 2007 г.)*. - Днепропетровск: Государственный институт подготовки и переподготовки кадров промышленности, 2007. - С. 30-33.
5. Жеба, К.В. Внедрение новых методов получения гранул с особыми свойствами в вихревых аппаратах [Текст]/ К.В. Жеба, В.И. Склабинский, А.Е. Артюхов // *Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы V Международной конференции (6-13 июня 2009 г.)*. - Днепропетровск: Государственный институт подготовки и переподготовки кадров промышленности, 2009. - С. 167-169.
6. Артюхов А.Е. Высокоэффективные вихревые аппараты в малотоннажных производствах гранулированных продуктов // А.Е. Артюхов, В.И. Склабинский // *Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: тезисы докладов XX*

- Международной научно-технической конференции (2-4 октября 2007 г.). - Минск, Институт химии новых материалов НАН Беларуси, 2007. - С. 91.
7. Винивитин А.Ю. Оценка возможности применения вихревых аппаратов с интенсивной гидродинамикой в малотоннажных производствах химической и нефтеперерабатывающей промышленности / А.Ю. Винивитин, А.Е. Артюхов, А.А. Ляпощенко // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: тезисы докладов XXIII Международной научно-технической конференции (27-29 октября 2010 г.). - Минск, Институт химии новых материалов НАН Беларуси, 2010. - С. 131.
 8. Артюхов А.Є. Новітні грануляційне обладнання. Вихровий гранулятор з вібраційним розпилом розплаву [Текст] / А.Є. Артюхов // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2006. – Випуск 28, т.2. – С. 24-27.
 9. Артюхов А.Е. Получение гранулированных продуктов в аппаратах с вихревым псевдооживленным слоем / А.Е. Артюхов, В.И. Склабинский // Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерно-го факультету Сумського державного університету. – Суми, 2005. – Вип.7. – С. 31.
 10. Артюхов, А.Є. Деякі напрями зменшення габаритних розмірів грануляційного обладнання в сучасній хімічній промисловості [Текст] / А.Є. Артюхов, В.І. Склабінський // Дни науки-2006: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (17-28 квітня 2006 р.). - Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. - Том 33. - С. 34-37.
 11. А.Е. Artyukhov and V.I. Sklabinskyi, Production of granules with special properties in small-sized vortex devices // Modern scientific research and their practical application. – Vol. J31207. – P. 138-147, Sep. 2012.

Москаленко К.В. Использование вихревых аппаратов в процессах гранулирования // К.В. Москаленко, А.Е. Артюхов // Тезисы докладов международной научно-практической конференции "Инновации в профессиональном образовании и научных исследованиях вуза". - 2014. - С.146-148.