

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГРАНУЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

*Москаленко К.В., магистр, Фурса А.С., студент, Ведмедера В.С.,
студент, Артюхов А.Е. к.т.н., доцент, доцент кафедры «Процессы и
оборудование химических и нефтеперерабатывающих производств»*

Сумский государственный университет, Сумы, Украина

Химическая промышленность является одним из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов и характеризуется низкими коэффициентами использования энергии. Перед исследователями встает проблема разработки новых энергосберегающих и, особенно, энергоэффективных технологий, связанных с разработкой аппаратов большой удельной производительности. Актуальным является вопрос разработки многофункциональных аппаратов совмещенного действия, в которых становится возможным одновременное проведение нескольких процессов. В таких аппаратах эффективность использования рабочего объема должна быть в 2-3 раза выше, чем у существующих аналогов [1].

Значительное количество отраслей химической промышленности применяют гетерогенные процессы, протекающие в системе «газ-жидкость-твердое тело» и занимающие особое место среди других процессов, ведь скорость их протекания определяется закономерностями переноса массы и тепла во взаимодействующих фазах, которые взаимодействуют. К таким процессам относятся различные способы гранулирования.

Анализ современного рынка производителей гранулированной продукции для нужд химической, горнодобывающей, фармацевтической и пищевой отраслей промышленности показал, что среди перечисленных методов гранулирования к новейшим (передовым) относится гранулирование во взвешенном слое. Получение гранулированного продукта во взвешенном слое используют всемирно известные производители удобрений и фармацевтической продукции - Urea Casale SA, Kahl Group, Stamicarbon, Toyo Engineering Corporation, Changzhou Xianfeng Drying Equipment Company Ltd, Glatt, Uhde Fertilizer Technology, Rottendorf Pharma и др.

Основные преимущества использования взвешенного слоя в технологии гранулирования [2-5]:

- интенсивное перемешивание твердой фазы, приводящее к выравниванию температур и концентраций в объеме взвешенного слоя;
- высокие значения коэффициента теплоотдачи от взвешенного слоя к поверхности теплообмена (или наоборот);
- возможность использования твердых частиц малых размеров (твердой фазы с развитой удельной поверхностью);
- сравнительно небольшое гидравлическое сопротивление;

- легкость механизации и автоматизации.

В то же время, отметим следующие недостатки аппаратов взвешенного слоя [6]:

- неравномерность времени пребывания во взвешенном слое частиц твердой фазы (одинаково возможен быстрый проскок частиц и их пребывание в слое дольше среднестатистического времени);

- возможность в ряде случаев нежелательного изменения свойств твердых частиц (истирание, растрескивание, слипание и др.);

- необходимость установки мощных пылеулавливающих аппаратов на выходе газов из взвешенного слоя, особенно при широком гранулометрическом составе твердой фазы;

- эрозия аппаратуры в зоне взвешенного слоя, особенно значительная при использовании частиц с высокими абразивными свойствами;

- ограниченность рабочих скоростей ожижающего агента пределами, соответствующими началу взвешивания твердой фазы и ее уносу из слоя;

- повышенные энергозатраты, связанные с нагнетанием ожижающего агента;

- необходимость точного дозирования жидкой фазы, значительно усложняющая управление высокопроизводительным производством;

- низкая стабильность взвешенного слоя в широком диапазоне изменения нагрузок по жидкой, твердой и газовой фазам.

Среди многообразия способов интенсификации процессов химической технологии закрутка потоков рабочих сред является одним из самых простых и распространенных способов.

В вихревых грануляторах взвешенного (рис.1) закрутка газового потока обеспечивается применением закручивающих устройств (завихрителей).

Такой метод создания направленного движения фаз относится к пассивным методам интенсификации, которые не требуют дополнительного подвода энергии извне в отличие от активных методов (вибрация, воздействие электростатического, акустического или магнитного полей, перемешивание, вдув или отсос среды через пористую поверхность). Закрутка потока с помощью завихрителей приводит к крупномасштабному воздействию на все характеристики поля течения, а, следовательно, и тепломассообмен. 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 применениях свойства закрученных потоков, выражающиеся в их способности интенсифицировать процессы тепломассообмена, выравнять локальные температурные неоднородности за счет конвективного перемешивания.

Преимущества вихревых грануляторов [7]:

- возможность существенного уменьшения габаритных размеров (в частности, высоты) рабочего пространства;
- увеличение времени пребывания гранулы в рабочем пространстве аппарата;
- возможность управления движением гранулы;
- универсальность (возможность проведения процессов грануляции, сушки, классификации, сепарации и циркуляции ретура в объеме одного устройства);
- возможность быстрой переналадки и, при необходимости, изменения конструктивных и технологических параметров.

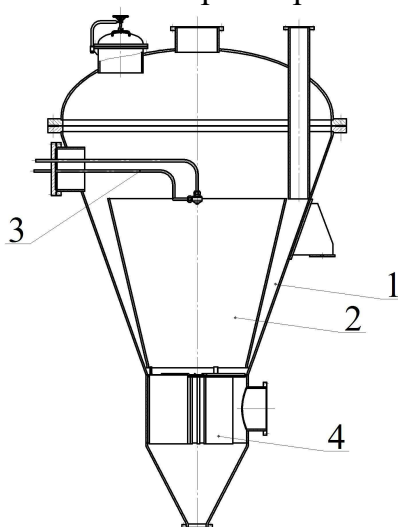


Рисунок 1 – Вихревой гранулятор взвешенного слоя с переменной площадью сечения рабочего пространства: 1 – рабочее пространство; 2 – межкольецовое пространство для внутренней циркуляции ретура; 3 – распылитель; 4 – завихритель.

Для проведения процессов классификации и сепарации целесообразно использовать грануляторы с переменной площадью сечения, так как проведение этих процессов в грануляторах постоянного сечения возможно только в случае, если ожижающий агент вводится в аппарат несколькими потоками, расположенными на разных высотах. Кроме классификации на мелкую и крупную фракции за счет вихревых потоков идёт температурная сепарация - в центральных слоях вихревого потока температура снижается и повышается в периферийных слоях.

В настоящее время практически отсутствуют сведения о механизме движения, структуре, гидродинамике и тепломассообмене в вихревом взвешенном слое при проведении гранулирования, которые были бы положены в основу методики инженерного расчета оборудования такого типа. Необходимость проведения исследований с целью создания математических моделей гидродинамики и тепломассообмена в вихревых потоках при гранулировании, создание методов расчета и новых высокоэффективных конструкций вихревых грануляторов определяют актуальность дальнейших исследований.

Литература

1. 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 Белоруси, 2007. - С. 91.
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. 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.
4. 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.
5. Артюхов А.Е. Разработка высокоэффективных методов теплообмена 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.
6. 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.
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.

Москаленко К.В. Применение вихревых потоков для повышения энергетической эффективности и экологической безопасности грануляционных устройств / К.В. Москаленко, А.С. Фурса, В.С. Ведмедера, А.Е. Артюхов // Прогрессивные технологии и процессы: сборник научных статей Международной молодежной научно-технической конференции. - 2014. - С.74-76