

7. Мальцев Я.И. Совершенствование гидравлических характеристик вихревых регулирующих органов струйных исполнительных устройств: Дис... канд. техн. наук: 05.05.17. – Луганськ, 2003. – 195 с.

*Поступила в редакцию 6 декабря 2006 г.*

УДК 621.3.003.1:66.099.2-9

### **ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРОИЗВОДСТВО МАЛОГАБАРИТНОГО ГРАНУЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**В. И. Склабинский, д-р техн. наук, проф.; А. Е. Артюхов, асп.**  
*Сумский государственный университет*

*Приведена краткая характеристика грануляционного оборудования башенного типа. Рассмотрены варианты модернизации грануляционных башен. С точки зрения энергозатрат обоснован переход к гранулированию в аппаратах кипящего слоя. Рассмотрены недостатки современного оборудования для гранулирования в кипящем слое и предложена конструкция вихревого гранулятора псевдооживленного слоя. В статье рассматриваются возможность применения технологии гранулирования в вихревом псевдооживленном слое и перспективы её развития.*

Развитие отечественной химической промышленности во всех её отраслях, модернизация существующих химических производств, строительство принципиально новых химических предприятий должны соответствовать мировым стандартам, а также учитывать современные запросы и требования заказчиков к качеству выпускаемой продукции. В то же время помимо выполнения требований к продукции, которые предъявляются потребителем, модернизированные и вновь спроектированные химические производства должны быть экономически выгодными в плане сопоставления "цена продукции - качество продукции", экологически безопасными для окружающей среды и, помимо всего прочего, обладать максимально благоприятными условиями для безопасной трудовой деятельности рабочих на производстве.

Каждое из вышеперечисленных требований имеет весомое влияние для достижения основной цели любого производственного процесса – получения продукции высокого качества с максимально низкой её себестоимостью. Достижение поставленной задачи должно осуществляться внедрением в производство и гармоничным объединением новейших разработок современной науки и техники.

В настоящее время отечественные предприятия, специализирующиеся на производстве гранулированных пористых продуктов (в частности, пористой аммиачной селитры) из растворов и расплавов, используют в качестве основного способа гранулирование в грануляционных башнях [1, 2]. Этот тип оборудования характеризуется значительными капитальными затратами на изготовление, техническое обслуживание и ремонт, связанными с тем, что грануляционные башни имеют большой диаметр (до 16 м) и достаточно большую высоту (порядка 30-50 м). Значительные габаритные размеры грануляционного оборудования башенного типа обуславливают также сложность изготовления и эксплуатации. Кроме того, грануляционные башни имеют сравнительно низкую удельную производительность [2].

Представляется возможным уменьшение высоты грануляционной башни за счёт изменения её конструкции. Если корпус грануляционной башни изготовить конической формы, то это несколько снизит высоту грануляционной башни за счёт увеличения влияния газового потока на скорость падения гранулы. В то же время снижение высоты грануляционной башни за счёт перехода к конической форме корпуса не позволяет значительно снизить затраты на изготовление, обслуживание и ремонт этого типа оборудования в условиях малотоннажного производства.

Рассмотренные в [1,2] технологические схемы башенной грануляции (АС-67, АС-72) отличаются сложностью аппаратуры, большим количеством стадий, наличием большого числа дополнительного оборудования, неполного использования материальных ресурсов и избыточного расхода энергии. Это влечёт за собой дополнительные энергетические и материальные затраты, которые соответственно сказываются на экономических показателях получаемой продукции, а для потребителя – непосредственно на цене. Учитывая исчерпываемость и невозможность восполнения некоторых видов ресурсов, использование такого способа получения гранулированных продуктов в настоящее время является экономически невыгодным и требует модернизации и доработки.

Отечественное производство избрало путь улучшения гранулометрического состава гранулированного продукта за счёт совершенствования конструкции грануляторов. В последнее время намечается тенденция к применению в процессе гранулирования аппаратов кипящего слоя в качестве альтернативы установкам, использующим грануляционные башни [2]. В сравнении с аналогичным оборудованием грануляторы псевдооживленного слоя имеют ряд преимуществ [3]: интенсивное перемешивание твёрдой фазы, приводящее к практическому выравниванию температур и концентраций в объеме псевдооживленного слоя; высокие значения коэффициента теплоотдачи от псевдооживленного слоя к поверхностям теплообмена (или наоборот); возможность использования твёрдых частиц малых размеров, т.е. твёрдой фазы с развитой удельной поверхностью; небольшое гидравлическое сопротивление; высокая удельная производительность; небольшие капитальные затраты на изготовление и монтаж аппарата; совмещение процессов обезвоживания (охлаждения) и гранулирования, что упрощает схему производства; лёгкость механизации и автоматизации. Немаловажно, что при выборе в качестве грануляционного оборудования аппаратов кипящего слоя появляется возможность получения более крупных и прочных гранул. Эти факторы делают применение аппаратов с псевдооживленным слоем в малотоннажных производствах особо привлекательным.

Одним из существенных недостатков аппаратов с псевдооживленным слоем является низкая стабильность самого слоя в широком диапазоне изменения нагрузок по жидкой, твёрдой и газовой фазам, что соответственно ведёт к сложности управления и регулировки этих аппаратов [4]. Кроме того, появляется необходимость в установке оборудования для отсева и возврата продукта, что значительно усложняет технологическую схему и повышает энергоёмкость и материалоёмкость процесса.

Устранение недостатков, связанных с применением в технологии гранулирования грануляционных башен и аппаратов кипящего слоя, возможно при разработке нового типа оборудования и способа гранулирования. Этот тип аппарата должен максимально исключить влияние вышеперечисленных недостатков и в то же время сохранить за собой все достоинства, присущие современному грануляционному

оборудованию. Технологическая же схема производства по возможности должна удовлетворять следующим требованиям: объединение некоторых технологических стадий в более крупные, осуществляемых в объёме более универсальных, модернизированных аппаратов; сведение к минимуму потерь ресурсов в процессе работы, возможность их вторичного использования; уменьшение загрязнения окружающей среды отходами производства; использование энергосберегающих технологий. На это и должны быть направлены дальнейшие разработки.

В Сумском государственном университете на кафедре "Процессы и аппараты химических и нефтеперерабатывающих производств" (ПОХНП) в рамках исследований закономерностей протекания процессов безбашенной грануляции разработан и изготовлен опытный образец конического вихревого гранулятора псевдооживленного слоя [5] в составе технологической схемы производства пористой аммиачной селитры с использованием ретура. Конструкция опытного образца аппарата позволяет устранить некоторые из вышеперечисленных недостатков.

Стабилизация кипящего слоя в широком диапазоне изменения нагрузок по фазам достигается за счет наличия вихревого газораспределительного узла, придающего гранулам вращательное спиралевидное движение и увеличивающего интенсивность теплообменных и массообменных процессов, тем самым уменьшая энергетические затраты на процесс гранулирования.

Применение закрученного газового потока воздуха имеет ещё одно неоспоримое преимущество – в сравнении со способом получения пористой аммиачной селитры в грануляционных башнях, применение аппаратов с вихревым псевдооживленным слоем позволяет получать гранулы продукта с достаточными гигроскопическими и механическими свойствами без применения специальных кондиционирующих добавок. Механизм действия этих добавок в борьбе со слеживаемостью пористой аммиачной селитры пока ещё окончательно не изучен [1], поэтому такой вариант организации процесса гранулирования упростит и удешевит продукцию.

Ввод в рабочую полость аппарата подогретого технологического воздуха позволяет одновременно проводить процесс кристаллизации и сушки гранул без дополнительного оборудования, совмещая операции глубокого упаривания раствора аммиачной селитры, гранулирования и сушки в одном аппарате.

Существенным преимуществом аппаратов конической формы является возможность обработки твердой фазы, весьма неоднородной по гранулометрическому составу, так как для оживления крупных частиц иногда необходимы значительные рабочие скорости, намного превышающие скорости витания мелких частиц [4]. Крупные частицы, вследствие сепарации, попадают преимущественно в нижнюю часть слоя с высокой линейной скоростью газа, а мелкие частицы оказываются наверху, где линейные скорости газа ниже. Отбор товарной фракции происходит за счет приобретения неодинаковыми по размеру гранулами различного центробежного ускорения в результате действия окружных скоростей осесимметричного потока теплоносителя, а также за счет местного уменьшения осевой скорости потока теплоносителя. Соответственно нет необходимости установки дополнительного оборудования для классификации и рассева гранул, что упрощает технологическую схему и уменьшает материалоемкость и энергоёмкость производства. Кроме того, отпадает необходимость периодической остановки производства из-за налипания недостаточно отвердевших гранул и оседания пыли на внутреннюю стенку корпуса гранулятора, затрат энергии на очистку стенок, как это происходит в случае использования грануляционных башен [2].

Наличие в конструкции аппарата устройства для внутренней циркуляции ретур позволяет отказаться от оборудования для возврата ретур в рабочую полость гранулятора, что является ещё одной из ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий.

В связи с отсутствием до настоящего времени вихревых грануляторов особенности закрученного газового потока не освещены в существующих литературных источниках. На экспериментальном образце проводятся исследования по изучению закономерностей процессов, протекающих в вихревом грануляторе, влияние различных технологических и конструктивных параметров на ход процесса получения гранулированных продуктов. Рассматривались различные способы организации закрутки газового потока и устанавливалось их влияние на стабильность слоя. На ЭВМ проводился расчёт параметров газового потока при различных углах закрутки. Проводились исследования по изучению влияния угла раскрытия конического корпуса гранулятора на скорость начала псевдооживления, образование псевдооживленного ядра, перепад давления, пик давления, распределение порозности слоя в аппарате.

Полученные результаты исследований в дальнейшем могут быть использованы в качестве основы для последующего исследования вихревого псевдооживленного слоя и установления закономерностей происходящих в нём явлений.

Кроме вышеизложенного, представляет интерес сравнительный анализ продукции, полученной различными методами, ведь основной задачей исследований, в конечном счёте, является практическое применение грануляторов такого типа в производстве пористой аммиачной селитры.

На опытном образце гранулятора был получен гранулированный продукт. Его испытание показало, что он не уступает по своим характеристикам аналогичному продукту, полученному в грануляционной башне.

Изучение вихревого слоя ставит перед исследователями множество вопросов, но данные экспериментальных исследований процесса получения гранулированного продукта с заданными свойствами в закрученном газовом потоке показывают целесообразность внедрения аппаратов такого типа в производство.

## SUMMARY

*Short description of granulation equipment of towering type is resulted. The variants of modernization of granulation towers are considered. From the point of view of power inputs transition to granulation in the vehicles of false boiling layer is grounded. The lacks of modern equipment are considered for granulation in a false boiling layer and construction of false boiling vortex layer granulator is offered. Possibility of application of technology of granulation in a false boiling vortex layer and prospect of its development is examined in the article.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Олевский В.М. Технология аммиачной селитры. – М.: Химия, 1978. – 311с.
2. Казакова Е.А. Гранулирование и охлаждение азотосодержащих удобрений. – М.: Химия, 1980. – 288с.
3. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П.. Гранулирование. - М.: Химия, 1991.- 240 с.
4. Псевдооживление /Под ред. И. Девидсона, Д. Харрисона Пер. с англ. В.Г. Айнштейна, Э.Н. Гельперина, В.Л. Новобратского/ Под ред. проф. Н.И. Гельперина. – М.: Химия, 1974. – 728 с.
5. Пат. № 69624 UA МКІ В01J2/16 Спосіб гранулювання розплавів, розчинів і суспензій і пристрій для його здійснення/ В.І. Склабінський , В.М. Маренок , М.О Кочергін . – 2004.

*Поступила в редакцию 6 декабря 2006 г.*