

НОВІТНЄ ГРАНУЛЯЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ. ВИХРОВИЙ ГРАНУЛЯТОР З ВІБРАЦІЙНИМ РОЗПИЛОМ РОЗПЛАВУ

Артюхов А.Є.

Сумський державний університет

В даний час вітчизняні підприємства, що спеціалізуються на виробництві гранульованих продуктів з розчинів і розплавів, використовують в якості основного способу грануляцію в грануляційних баштах [1,2]. З огляду на великі витрати матеріальних, енергетичних та трудових ресурсів галузь отримання гранульованих продуктів поступово переходить на малогабаритні апарати псевдозрідженого шару [3, 4.]. Одним з недоліків апаратів з псевдозрідженим шаром є низька стабільність самого шару в широкому діапазоні зміни навантажень по газовій та рідкій фазах [5]. Розробка гранулятора вихрового псевдозрідженого шару дозволить уникнути цього недоліку, а також покращити гідродинаміку робочого простору апарату.

Гранулятори вихрового псевдозрідженого шару в хімічній промисловості вже знайшли свою сферу використання. На даний час запропоновано декілька конструкцій грануляторів, що застосовують енергію закрученого газового потоку при створенні псевдозрідженого шару гранул [6, 7, 8, 9.]. В той же час, кожна з запропонованих конструкцій має недоліки, які негативно впливають на формування структури гранули, зменшуючи ступінь монодисперсності готового продукту і, як наслідок, показники його якості.

Підвищення якості кінцевого продукту і збільшення потужностей одиничних установок викликають необхідність створення високопродуктивних і високоефективних пристроїв та способів гранулювання рідких матеріалів.

Виходячи з вищевикладеного, формулюється основна мета статті: дослідження методів інтенсифікації процесу гранулоутворення та покращення якості продукту в вихровому псевдозрідженому шарі; розробка вдосконаленої конструкції вихрового гранулятора псевдозрідженого шару; оцінка основних параметрів модернізованого апарату та вплив їх на якість кінцевого продукту.

Розпилення розплаву до робочого простору гранулятора дозволяє створити розвинену поверхню контакту фаз між розплавом та газовим потоком. Це є необхідною умовою ефективного проведення теплообмінних і масообмінних процесів в хімічній промисловості [10]. Від способу розпилення розплаву на дзеркало псевдозрідженого шару залежить процес гранулоутворення та споживацькі якості сформованих гранул.

В рамках науково-дослідної роботи по відпрацюванню технологічних та конструктивних параметрів експериментального зразка вихрового гранулятора у складі модернізованої схеми виробництва гранульованих продуктів (рис.1) розроблено новий спосіб гранулювання рідкого матеріалу та пристрій для його здійснення [11].

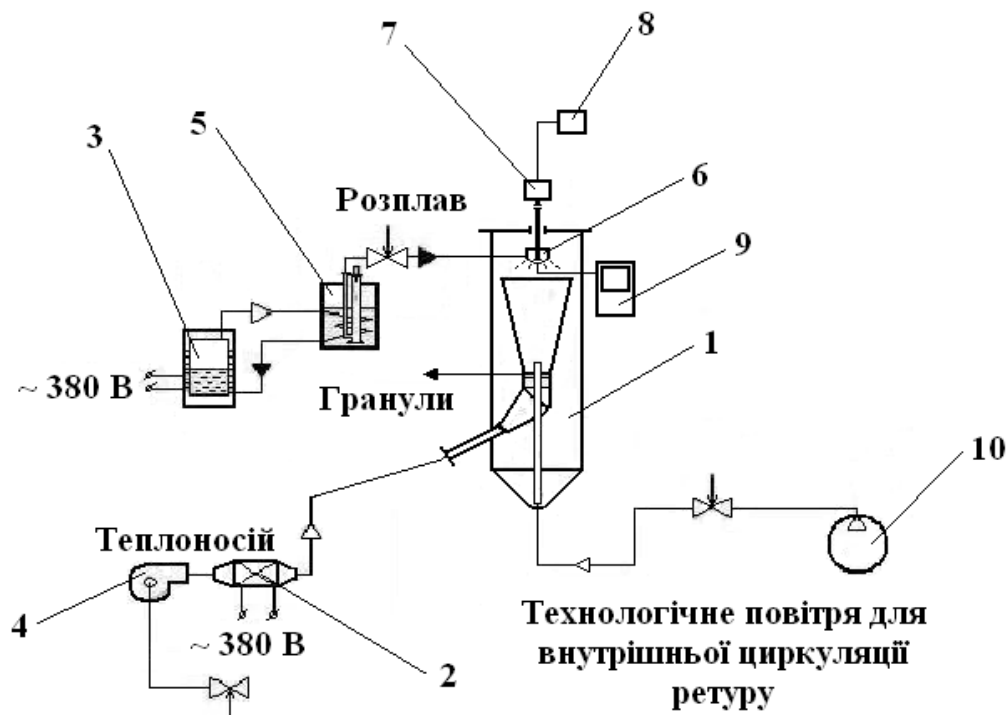
В основу винаходу поставлене завдання удосконалення способу гранулювання рідкого матеріалу шляхом здійснення його розпилення без надання додаткового моменту руху під дією гідростатичного напору та власної ваги з одночасним накладанням на струмінь розплаву регулярних електромагнітних коливань що забезпечує рівномірність контакту кожної з створених гранул з вихровим вісесиметричним потоком теплоносія та збільшення ступеню монодисперсності гранулометричного складу матеріалу в заданому діапазоні розмірів товарної фракції.

Експериментальні дослідження характеру протікання процесу гранулювання [10] довели, що розпил рідкого матеріалу зазначеним способом дозволяє запобігти утворенню гранул з формою, відмінною від сферичної, значно зменшує вплив зустрічного вихрового вісесиметричного потоку теплоносія на процес формоутворення частки, яка витікає з розпилювача, знижує вірогідність забруднення розпилювача і частоту його очищення в 3-5 разів, зменшує кількість зіткнень окремих крапель розплаву в 2-3 рази, повністю виключає фактор впливу на розпил нерівномірність надходження до розпилювача рідкого матеріалу, що ефективніше, ніж розпил при переході частини моменту кількості руху від фази, яка здійснює розпил, до рідкого матеріалу та розпил без надання рідкому матеріалу додаткових коливань, і забезпечує більш ефективне зрошення рідкого матеріалу на вихровий псевдозріджений шар гранул в робочому об'ємі пристрою, підвищує швидкість росту гранул до товарної фракції, що забезпечує збільшення ступеня монодисперсності отриманого гранулометричного складу готового продукту.

Формування сферичної форми відбувається за рахунок властивості рідини розпадатися на рівномірні краплі, якщо на поверхні струменю створювати регулярні коливання (хвилі). Отримання рівномірних крапель розплаву при його диспергуванні дозволяє здійснити принцип рівномірності, сутність якого по-

лягає втому, що при здійсненні процесу гранулоутворення необхідно досягти однакової дії сил, які виникають при взаємодії краплі розплаву, що витікає, та вихрового вісесиметричного потоку теплоносія, на кожну з крапель розплаву [10]. При цьому зменшується вплив дестабілізуючих факторів, що викликані неоднорідністю розмірів та форми крапель.

Однорідність структури крапель, що формуються зі струменю рідкого матеріалу, та рівномірність розпилю досягається також за рахунок вирівнювання полів швидкості витікання розплаву з отворів перфорованої поверхні сферичного днища розпилювача.



1 – вихровий гранулятор; 2 - електрокалорифер; 3 - парогенератор; 4 - газодувка;
5 – заглиблений насос; 6 – розпилювач; 7 – електромагнітний вібратор; 8 – електронний регулятор;
9 - частотомір; 10 – компресор.

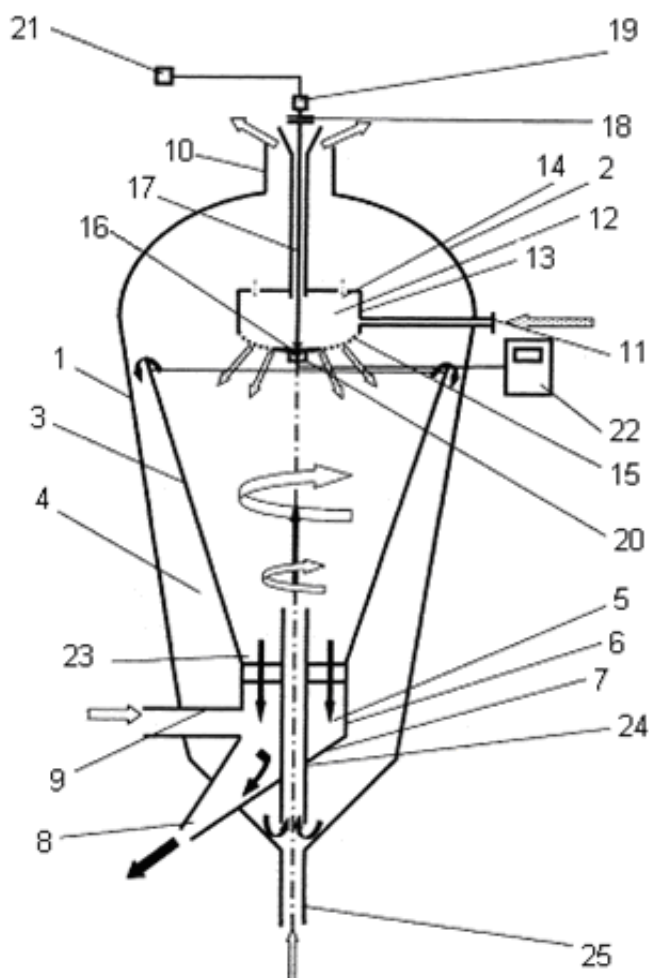
Рис.1 - Принципова схема експериментального стану

При проведенні аналізу наведеного матеріалу можна зазначити, що запропонований спосіб розпилення рідкого матеріалу допоможе уникнути наступних небажаних факторів, що виникають при використанні конструкцій [6, 7, 8, 9,]:

- Утворення вихрового потоку високотемпературного теплоносія над розпилювачем для висушування рідкого матеріалу, що сприяє закрученню розплаву та його нерівномірному розподілу по поверхні псевдозрідженого шару гранул;
- Додаткова деформація краплі розплаву внаслідок закручування потоку теплоносія зверху. Утворені гранули через відхилення від сферичної форми при пошаровому напиленні нерівномірно розподіляються по поверхні вже сформованих центрів кристалізації, розширюючи діапазон гранулометричного (фракційного) складу, збільшуючи полідисперсність продукту.
- Порушення правильності форми центрів кристалізації, що утворюються. На початковому етапі формування структури гранули закладається дефект форми продукту, який зростає з кожним новим напиленням розплаву на гранулу, що негативно впливає на якість готового продукту;
- Інкрустація внутрішньої поверхні робочого корпусу пристрою внаслідок впливу вихрового потоку теплоносія над розпилювачем та зміни форми краплі розплаву зі сферичної на дископодібну;
- Здійснення розпилю при наданні рідкому матеріалу, що витікає, частини моменту імпульсу від рідкої або газової фази, яка є рушійною силою процесу, тобто збільшення енергетичних витрат на процес гранулоутворення;

— Можливість зіткнення крапель розплаву та їх агломерація в польоті, яка приводить до утворення гранул різноманітного розміру, збільшуючи ступінь полідисперсності товарної фракції, що погіршує якість готового продукту.

Розглянемо особливості конструкційного оформлення запропонованого пристрою для гранулювання вищезазначеним способом (рис.2).



1 – основний корпус; 2 – еліптична кришка; 3 – додатковий корпус; 4 – міжкорпусний кільцевий простір; 5 – кільцевий уловлювач гранул; 6 – циліндрична порожнина кільцевого уловлювача гранул; 7 – нахильне днище; 8 – патрубок відведення готового продукту; 9 – патрубок для подачі теплоносія; 10 – патрубок для відведення відпрацьованого теплоносія; 11 – патрубок для подачі розплаву; 12 – вузол розпилення; 13 – коробчатий корпус; 14 – отвори для відведення повітря; 15 – перфороване днище; 16 – плоска мембрана; 17 - шток; 18 - муфта; 19 – електромагнітний вібратор; 20 – датчик вібрацій; 21 – електронний регулятор; 22 - частотомір; 23 – вихровий газорозподільний вузол; 24 – патрубок для рециркуляції гранул; 25 - патрубок для подачі газу.

Рис. 2 - Гранулятор псевдозрідженого шару з вібраційним розпиленням розплаву

В основу винаходу поставлене завдання удосконалення пристрою для гранулювання рідкого матеріалу шляхом зміни конструктивних елементів пристрою, що покращує ефективність зрошення рідкого матеріалу, збільшує площу зрошення поверхні дзеркала псевдозрідженого шару, інтенсифікує процес гранулоутворення, підвищуючи швидкість росту гранул, крім того, відбувається дроблення струменю розплаву, що витікає з розпилювача, на краплі сферичної форми, що забезпечує більш високий відсоток отримання гранул товарної фракції та збільшення ступеню монодисперсності гранулометричного складу матеріалу в заданому діапазоні.

Аналіз конструктивних особливостей та режимів роботи конструкцій [6, 7, 8, 9,] виявив наступні недоліки:

— Неможливість створення розпилювачем рівномірного розпилення рідкого матеріалу на поверхню гранул внаслідок великої поверхні дзеркала псевдозрідженого шару, що зменшує інтенсивність теплообміну та масообміну між розплавом та гранулами, що негативно впливає на швидкість процесу гранулоутворення;

— Виліт гранул з розпилювача здійснюється з великим кутом падіння від його вертикальної осі, що зменшує площу зрошення поверхні дзеркала псевдозрідженого шару;

— Розпилювач не формує сферичну форму краплі розплаву, що витікає;

— Внаслідок можливої забрудненості розплаву випадковими твердими частками розпилювач рідкого матеріалу може погіршити якість розпилення (рівномірність і напрям) оскільки не виключене її забивання, що є причиною зниження показників якості готового продукту та ефективності пристрою.

Використання вихрового гранулятора псевдозрідженого шару з вібраційним розпиленням рідкого матеріалу виключає недоліки попередніх конструкцій.

При встановленні всередині пристрою розпилювача рідкого матеріалу з механізмом створення та розповсюдження електромагнітних коливань на виході з останнього відбувається дроблення струменю рідкого матеріалу з утворенням потоку монодисперсних крапель правильної сферичної форми з великою густиною зрошення та площею контакту з дзеркалом псевдозрідженого шару гранул, що розповсюджуються по робочому об'єму пристрою з однаковою швидкістю витікання та утворюють однорідний гранулометричний склад готового продукту.

Аналізуючи викладений матеріал, можна дійти до висновку, що покращення гідродинамічних умов протікання процесу гранулювання у вихровому псевдозрідженому шарі в поєднанні з високоефективними методами розпилення рідкої фази до робочого простору пристрою – перспективний напрямок розвитку хімічної промисловості в даній галузі. Завдяки використанню вісесиметричного газового потоку можна уникнути деяких факторів, що дестабілізують псевдозріджений шар. Запропонований спосіб розпилення рідкого матеріалу дозволить значно ефективніше використовувати робочий простір гранулятора та підвищити ступінь однорідності гранул.

З огляду на результати теоретичного аналізу реалізація процесу гранулювання в малогабаритних вихрових апаратах псевдозрідженого шару зі змінною площею перетину робочої камери та вібраційним розпилом рідкого матеріалу є високоефективним шляхом до покращення якості продукту та зниження його собівартості.

Література

1. Кочетков В.Н. Гранулирование минеральных удобрений. – М.: Химия. – 1975. – 244 с.
2. Казакова Е.А. Гранулирование и охлаждение азотосодержащих удобрений. – М.: Химия. – 1980. – 288с.
3. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. – М.: Химия. – 1982. – 272 с.
4. Юхименко М.П., Вакал С.В., Кононенко М.П., Філонов А.П. Апарати завислого шару. Теоретичні основи і розрахунок. – Суми: Собор. – 2003. – 304 с.
5. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование. – М.: Химия. – 1991. – 240 с.
6. А. с. №1554958 А1 СССР, МКИ В01J2/16. Устройство для сушки и гранулирования жидких материалов / Сажин Б.С., Лукачевский Б.П., Полевич А.А., Акулич А.В., Акулич П.В. и Павленко В.З. – №4167541/31-26; Заявлено 26.12.1986; Опубл. 07.04.1990, Бюл. №11.
7. Декл. пат. №39024 А Україна МПК 7 В01J2/16. Спосіб гранулювання розплавів, розчинів і суспензій і пристрій для його здійснення / Парьохін О.В., Склабінський В.І. – №2001010023; Заявлено 03.01.2001; Надрук. 15.05.2001, Бюл. №4, 2001 р.
8. Декл. пат. №46560 А Україна МПК 7 В01J2/16. Спосіб гранулювання розплавів, розчинів і суспензій і пристрій для його здійснення / Парьохін О.В., Склабінський В.І. – №2001085767; Заявлено 14.08.2001; Надрук. 15.05.2002 Бюл. №5, 2002 р.
9. Декл. пат. №69624 А Україна МПК 7 В01J2/16. Спосіб гранулювання рідкого матеріалу і пристрій для його здійснення / Склабінський В.І., Маренок В.М., Кочергин М.О. – №2003109471; Заявлено 21.10.2003; Надрук. 15.09.2004 Бюл. №9, 2004 р.
10. Холин Б.Г. Центробежные и вибрационные грануляторы плавов и распылители жидкости. – М.: Машиностроение. – 1977. – 182 с.
11. Патент України. Заявка №а 200512066 від 15.12.2005, МПК 7 В 01 J2/16. Спосіб гранулювання рідкого матеріалу та пристрій для його здійснення / Артюхов А.Є., Склабінський В.І., Стеценко А.С.