

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ІНЖЕНЕРНОГО РОЗРАХУНКУ ВИХРОВИХ ГРАНУЛЯТОРІВ*Сумський державний університет*

Проведено обґрунтування можливості застосування вихрових грануляторів в галузі виробництва гранульованих продуктів. Визначено основні критерії оптимального функціонування запропонованого обладнання. За результатами фізичного та математичного моделювання розроблено основні етапи розрахунку вихрових грануляторів. На прикладі показано застосування розробленого алгоритму для проектування малогабаритних грануляторів з закрученими вісесиметричним потоками .

Аналіз роботи технологічних схем виробництва гранульованих продуктів [1] виявив необхідність їх часткової або повної модернізації і заміни обладнання, що не відповідає сучасним економічним вимогам та показникам енергоощадливості. Створення енергозберігаючих та економічно ефективних технологій гранулювання – основна мета, що постає перед проєктувальниками технологічних ліній та комплексів хімічної промисловості [2].

На даному етапі розвитку галузі добре зарекомендували себе апарати псевдозрідженого шару різноманітних конструкцій [3-5]. Завданням представленої роботи є удосконалення конструктивних та технологічних характеристик існуючих апаратів та розробка методики інженерного розрахунку нового обладнання.

Вирішення питання розробки високоефективного пристрою для гранулювання включає наступні аспекти:

- форма апарату;
- характер створення псевдозріджуючого шару;
- характер розпилу розплаву;
- особливості циркуляції технологічних потоків.

За результатами розгляду методів вдосконалення існуючих апаратів псевдозрідженого шару [6,7] розроблено новий зразок вихрового гранулятора [8,9]. Створено експериментальну лінію безбаштового гранулювання [10] з метою визначення оптимальних умов роботи запропонованого гранулятора (рис.1).

З метою проведення максимально повного дослідження та обґрунтування результатів в межах одного стенду створено різноманітні умови для існування однофазного, двофазного та трифазного потоків. Це досягається особливістю конструктивного оформлення експериментального зразка вихрового гранулятора, що полягає в можливості демонтажу окремих елементів пристрою та встановлення нових складових частин гранулятора.

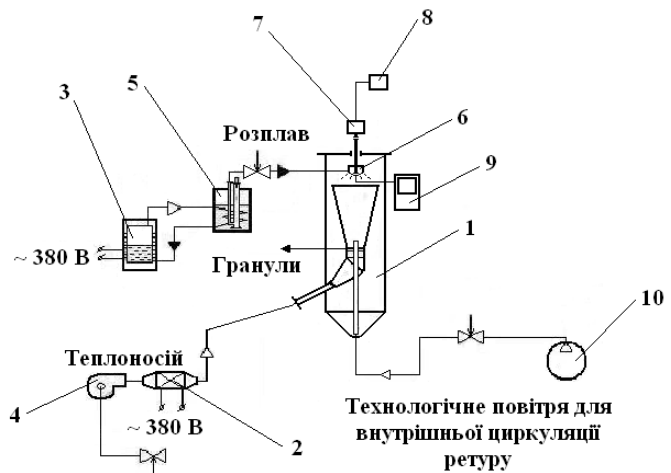


Рис.1 – Дослідний зразок вихрового гранулятора

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

В результаті проведення експериментальних досліджень отримані графічні залежності гідродинамічних параметрів потоку по перетину робочого простору вихрового гранулятора з додатковою візуалізацією у вигляді відеоматеріалів [11,12]. Аналіз отриманих залежностей дозволяє зробити висновки щодо впливу конструктивних особливостей гранулятора на параметри потоку, характер зміни гідродинамічної структури киплячого шару в залежності від зміни навантажень по фазам та потокам, а також встановити оптимальний діапазон режимів функціонування вихрового гранулятора.

Отримані теоретичні висновки та результати експерименту в поєднанні зі співставленням їх між собою та результатами ряду літературних джерел у цій галузі стають підґрунтям для створення методики інженерного розрахунку апаратури вихрового типу стосовно до процесів гранулоутворення з внесенням змін та уточнень в існуючі алгоритми [5] з метою отримання основних технологічних та геометричних характеристик розробленого вихрового гранулятора.

Основні етапи розрахунку режиму роботи вихрового гранулятора та визначення геометричних характеристик запроєктованого обладнання зведено до наступного алгоритму:

- завдання початкових характеристик процесу гранулювання (навантаження по фазах, фізико-хімічні властивості фаз, вибір термодинамічного та гідродинамічного режиму відповідно до завдання та ін);
- загальні характеристики конструкції апарату (вибір газорозподільного пристрою, характеру введення газового потоку в робочий простір гранулятора, співвідношення витрат газової фази на створення тангенційного та висхідного потоку і т.д.);

- визначення гідродинамічних характеристик, технологічних параметрів (крім заданих), геометрії вихрового псевдозрідженого шару та діапазону його існування;
- отримання основних розмірів робочої камери вихрового гранулятора (рис. 3);
- розрахунок розпилювача;
- визначення гідродинамічного опору гранулятора та перевірка ефективності його функціонування.

Одержані результати мають важливе практичне значення. В даний час представляється можливим перехід на новий рівень виробництва, адже апаратура розглянутого типу характеризується значно більшою інтенсивністю тепло- і масообміну в порівнянні з грануляційними вежами. Поставлене завдання може бути досягнуто застосуванням вихрового киплячого шару, який, окрім збільшення питомої продуктивності (а, отже, і зменшення габаритів обладнання), дозволить поліпшити екологічну обстановку, адже у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації дуже важливим стає питання створення безвідходних і маловідхідних виробництв.

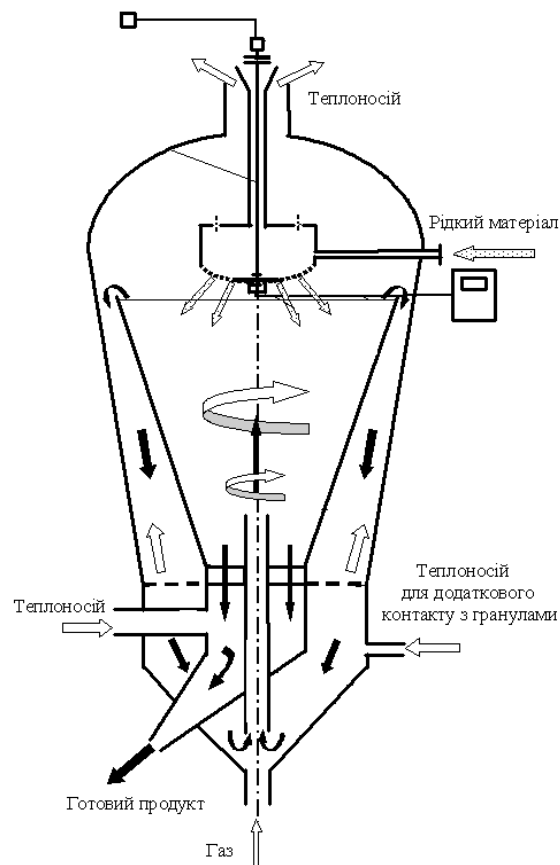
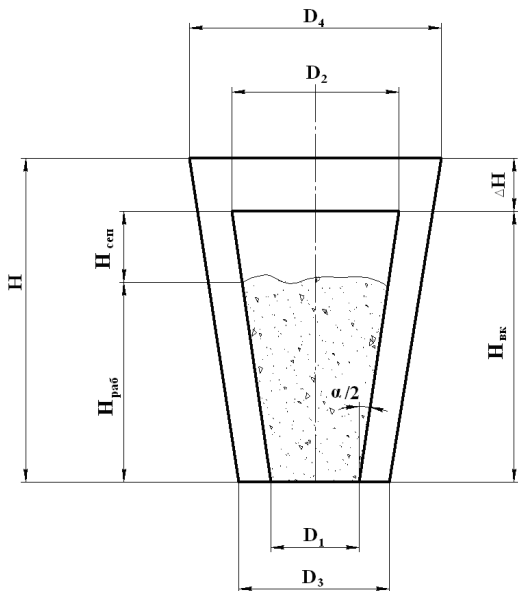


Рис 2 - До визначення витрат матеріальних потоків



D_1, D_2 – діаметри внутрішнього конусу;
 D_3, D_4 - діаметри основного конусу;
 α – кут розкриття внутрішнього конусу;
 $H_{\text{ррб}}$ – робоча висота вихрового шару;
 $H_{\text{сеп}}$ – висота сепараційної частини внутрішнього конусу;
 $H_{\text{вк}}$ – висота внутрішнього конусу;
 H - загальна висота основного конусу
 Рис 3 - До визначення основних геометричних елементів гранулятора

Розроблена методика дозволяє прогнозувати характер протікання процесу гранулоутворення та аналізувати вплив зміни параметрів процесу на якісні показники готової продукції.

На підставі вищевикладеного формулюється задача: визначення оптимальних конструктивних і технологічних параметрів процесу грануляції, вивчення залежності між різними технологічними параметрами процесу і ступеня їх впливу на хід процесу; підбір оптимального співвідношення набору конструктивних параметрів, що забезпечують максимальну ефективність грануляції.

В якості прикладу застосування розробленого алгоритму наведено принципові графічні залежності зміни технологічних параметрів процесу гранулювання у вихровому грануляторі псевдозрідженого шару (рис. 4).

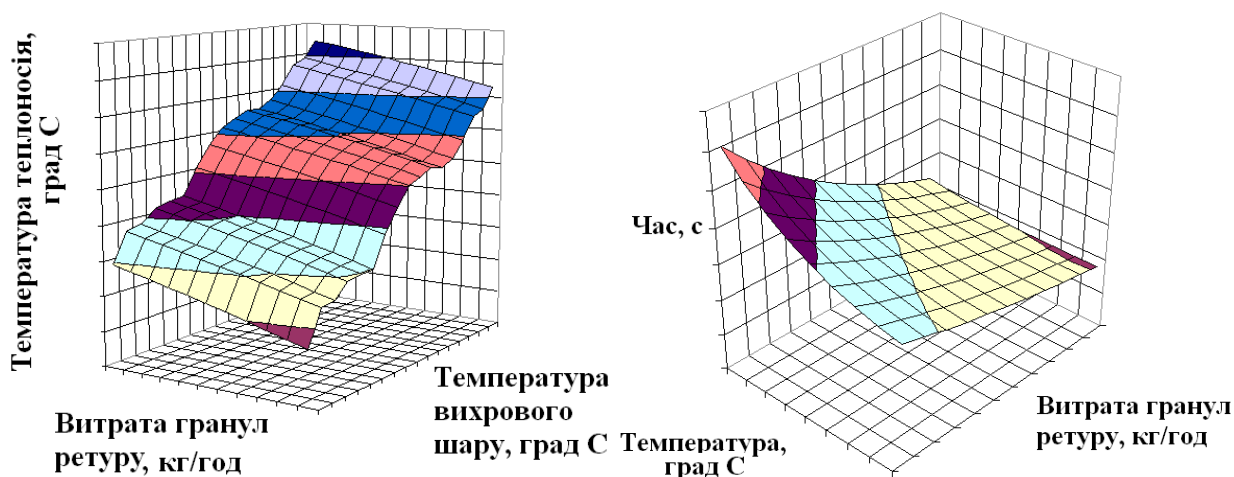


Рис. 4 – Графічні залежності між основними технологічними параметрами процесу гранулювання у вихровому шарі (в загальному вигляді)

Аналіз роботи вихрового гранулятора та створення умов для виробництва якісної продукції стає можливим лише за умови всебічного підходу до кожної з характеристик процесу та комплексного розгляду набору технологічних і конструктивних його характеристик.

Запропонована методика розрахунку малогабаритних вихрових грануляторів зі змінним перетином робочого простору та аналізу і прогнозуванню їх роботи є своєчасною на етапі створення нових апаратів та технологій в хімічній промисловості. Завдяки впровадженню розробленої методики та рекомендацій щодо оптимального поєднання різнопланових параметрів процесу, що отримані в результаті математичного моделювання і проведеного експерименту, стає можливою заміна великогабаритного обладнання баштового типу економічно та енергетично вигідними високоефективними вихровими грануляторами.

Література

1. В.И.Склабинский, А.Е.Артюхов. Вопросы энергосбережения при внедрении в производство малогабаритного грануляционного оборудования // "Вісник СумДУ", №5 (89)' 2006. – с 76-79.
2. Артюхов А.Є., Склабінський В.І. Енергоощадні технології у хімічному виробництві. Малогабаритні вихрові гранулятори // Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні: Матеріали четвертої Міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 4-5 квітня. Зб. наукових статей, - Львів, ЛьвЦНТЕІ, 2007. - с. 13-17.
3. П.В. Классен, И.Г.Гришаев, И.П. Шомин. Гранулирование М.: Химия, 1991.- 240 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. Генералов М.Б., Классен П.В., Степанова А.Р., Шомин И.П. Расчёт оборудования для гранулирования минеральных удобрений М.: Машиностроение, 1984.-192 с., ил.
6. А.С.Стеценко, А.Є.Артюхов. Інтенсифікація процесу гранулювання у вихрових апаратах псевдозрідженого шару // Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету. Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – Вип.8. – с. 12.
7. Артюхов А.Є., Склабінський В.І. Деякі напрями зменшення габаритних розмірів грануляційного обладнання в сучасній хімічній промисловості. // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Дни науки - 2006».Том 33. – Хімія та хімічні технології. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – с. 34-37.
8. Артюхов А.Є. Новітнє грануляційне обладнання. Вихровий гранулятор з вібраційним розпилом розплаву // Наукові праці ОНАХТ. – 2006. – Випуск 28, Т.2. – с. 24-27.

9. Патент України. Заявка №а 200608137 від 20.07.2006, МПК 7 В 01 J2/16. Спосіб гранулювання рідкого матеріалу та пристрій для його здійснення / Артюхов А.Є., Склабінський В.І.
10. А.Е. Artyukhov. Research of false boiling layer work in vortical granulator // Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів гуманітарного факультету. Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – Ч.3. – с. 89-91.
11. В.І. Склабінський, А.Є. Артюхов. Малогабаритні апарати змінного перетину з вихровим псевдозрідженим шаром. Вплив розподільних пристроїв на рух гранул // Хімічна промисловість України. — 2006. — №2(73). — с. 55-59.
12. Артюхов А.Є. Організація початкового руху гранул у вихрових апаратах та аналіз впливу гідродинамічних параметрів на стабільність киплячого шару // Технологія 2007. Збірник тез доповідей X Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Сєверодонецьк, 2007. - с. 27.

Артюхов, А.Є. Розробка методики інженерного розрахунку вихрових грануляторів [Текст] / А.Є. Артюхов, В.І. Склабінський // Вопросы химии и химической технологии. – 2007. – №5 – С. 209–211.