

УДК 66.021

## РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ГІДРОДИНАМІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ВИХРОВИХ ГРАНУЛЯТОРІВ

Артюхов А.Є., канд. техн. наук, доцент,  
Сумський державний університет, м. Суми

*Показано актуальність застосування грануляторів з вихровими потоками в промисловості. Наведено основні етапи алгоритму гідродинамічного розрахунку вихрового гранулятора та його результати.*

*The topicality of granulators with vortex flows application in the industry is shown. The basic stages of the hydrodynamic algorithm calculating of the vortex granulator and its results are presented.*

Ключові слова: вихровий гранулятор, гідродинамічний розрахунок, швидкість, траєкторія.

На сьогодні питанням підвищення питомої потужності грануляційного обладнання приділяється достатньо багато уваги [1]. Це зумовлено рядом причин:

- моральне старіння існуючої техніки;
- перехід від екстенсивних методів одержання продукції до інтенсивних;
- підвищення вимог до якості продукції;
- впровадження енергоощадних технологій та ін.

Інтенсифікація роботи обладнання грануляційних установок може значно скоротити витрати на його обслуговування і ремонт, а також на одержання готової продукції при збереженні або підвищенні її якості [2].

Одним із методів зменшення габаритів грануляційного обладнання є підвищення відносної швидкості руху суцільної та дисперсної фаз [3]. Цього можна досягти за рахунок застосування вихрових і високо-турбулізованих потоків [4]. Підвищення продуктивності (навантаження по фазах) для таких апаратів з такою організацією руху потоків призводить до меншого відносного зростання габаритних розмірів і витрат енергії порівняно з апаратурою з іншою організацією руху потоків.

Актуальність дослідження гідродинаміки вихрових грануляторів пов'язана з тим, що характер руху потоків в них в них може вельми істотно впливати на інтенсивність протікання процесу і якісні показники готової продукції [5,6]. Застосування вихрових грануляторів дозволяє одержувати необхідні гідродинамічні режими руху потоків залежно від вимог, що пред'являються до здійснення процесу (низька міцність матеріалу, необхідність отримання продуктів певних фракцій або розділення продукту на фракції, отримання продукції різного розміру в межах одного апарату, продукції з особливими властивостями і т.п.).

Використання вихрових потоків покладено в основу вдосконалених конструкцій грануляторів:

- вихровий гранулятор для гранулювання рідких матеріалів з вібраційним розпиленням розплаву [7];
- вихровий гранулятор для гранулювання рідких матеріалів з двома зонами контакту теплоносія і гранул [8]
- вихровий гранулятор для одержання гранул пористої структури шляхом попереднього зволоження з подальшою термообробкою [9];
- вихровий гранулятор для одержання гранул пористої структури шляхом попереднього зволоження та первинної термообробки висхідним потоком теплоносія [10].

Представлена робота присвячена обґрунтуванню можливості створення алгоритму управління рухом дисперсної фази в робочому просторі грануляційного пристрою, на підставі якого буде визначена його оптимальна конструкція з мінімальними габаритами.

Визначення гідродинамічних характеристик вихрового гранулятора (загальна методика розрахунку представлена на рисунку 1, алгоритм обчислення - на рисунках 2, 3) є частиною загальної методики інженерного розрахунку, який включає також тепломасообмінну складову, яка визначає необхідний час гранулювання при заданих гідродинамічних характеристиках здійснення процесу. Аналіз та узагальнення одержаних результатів гідродинамічного розрахунку дозволить вибрати оптимальну конфігурацію робочого простору вихрового апарату, спосіб створення закрученого газового потоку, спосіб завантаження і вивантаження дисперсної фази, основні технологічні параметри роботи грануляційної установки. Результати розрахунку процесів тепломасообміну при гранулюванні дозволять провести уточнення конструктивних характеристик вихрового гранулятора.

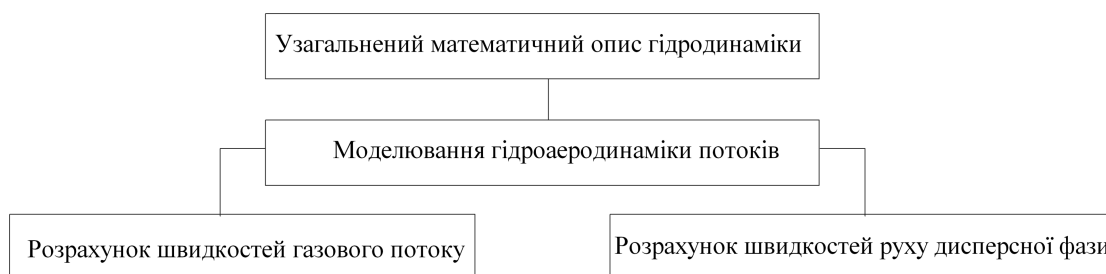


Рисунок 1 — Основні етапи розроблення методики гідродинамічного розрахунку вихрового гранулятора

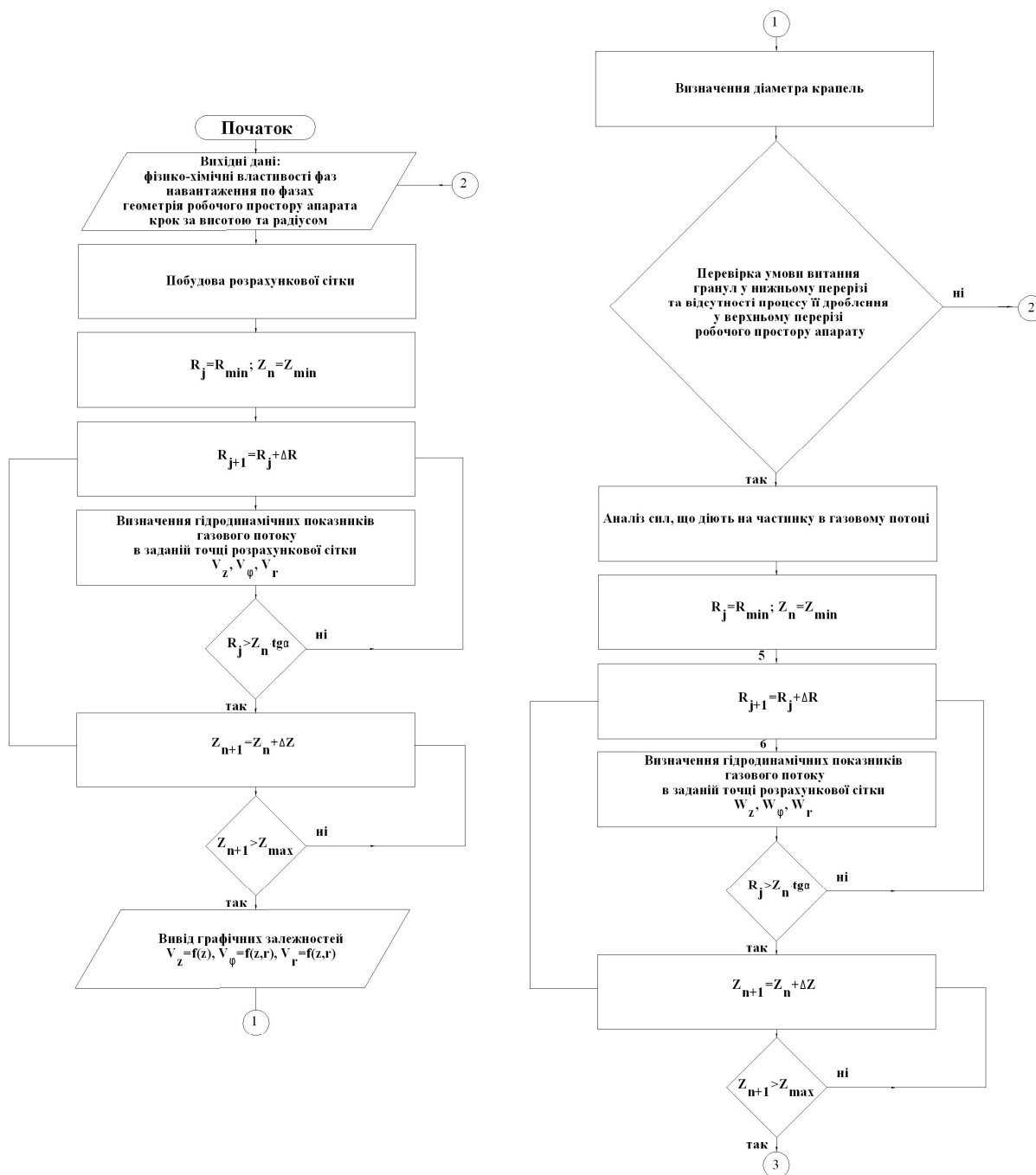


Рисунок 2 — Блок-схема гідродинамічного розрахунку вихрового гранулятора

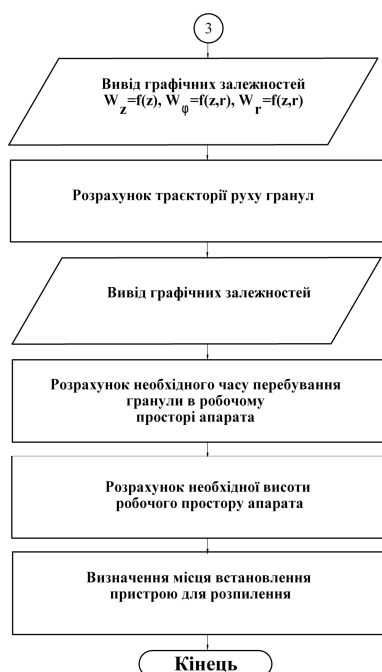


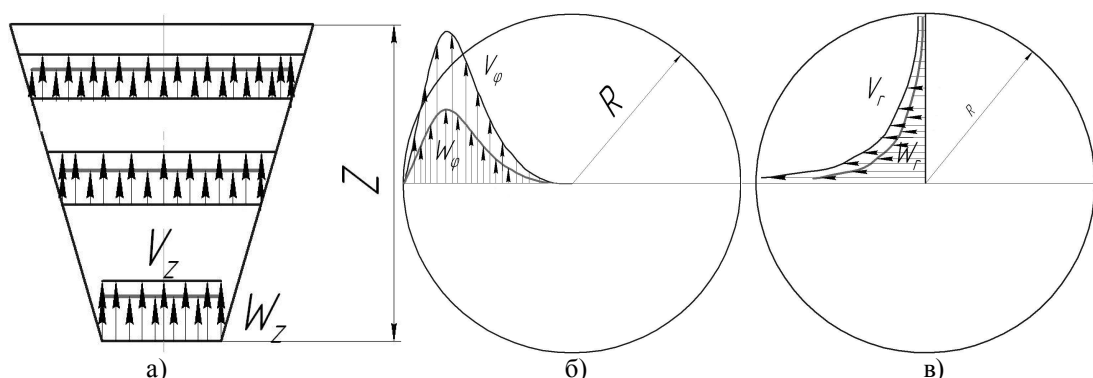
Рисунок 3 — Блок-схема гідродинамічного розрахунку вихрового гранулятора (продовження)

Результатами розрахунку за розробленим алгоритмом є:

- поля швидкостей руху закрученого газового потоку та дисперсної фази (краплі або гранули) в робочому просторі вихрового гранулятора (рисунок 3);
- умови рівноваги дисперсної фази в потоці суцільної фази;
- умови відсутності деформації та дроблення дисперсної фази в потоці суцільної фази;
- траєкторії руху дисперсної фази при різних початкових умовах (кут і напрямок вильоту, початкова швидкість витікання, напрям відносного руху потоків), технологічних параметрах роботи грануляційного апарату, його конструктивному виконанні;
- час перебування дисперсної фази в грануляційному апараті.

Наведений алгоритм розрахунку гідродинамічних характеристик роботи вихрових грануляційних пристроїв дозволяє спрогнозувати поведінку краплі (гранули) з моменту її вильоту з пристрою для диспергування (форсунка, гранулятор плаву) до закінчення процесу кристалізації.

Представлені переваги малогабаритних вихрових грануляторів відкривають широку область їх застосування, але для кожного процесу необхідне більш докладне вивчення гідродинаміки потоків і розробки алгоритму інженерного розрахунку за результатами опису фізичної моделі, експериментальних досліджень, математичного і комп'ютерного моделювання і оптимізаційного розрахунку обладнання.



а – витратна (вісьова) складова; б – колова складова; в – радіальна складова

Рисунок 3 — Характер розподілення складових швидкості руху закрученого газового потоку (V) та дисперсної фази (W) в робочому просторі вихрового гранулятора

### Література

1. Артюхов А.Є. Сучасний стан технології гранулювання у вітчизняному виробництві. Високоєфективне малогабаритне обладнання для проведення процесу гранулювання / А.Є. Артюхов // Сучасні проблеми технології неорганічних речовин: тези доповідей III Української науково-технічної конференції з технології неорганічних речовин. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2006. – С. 320–321.
2. Артюхов А.Є. Деякі напрями зменшення габаритних розмірів грануляційного обладнання в сучасній хімічній промисловості / А.Є. Артюхов, В.І. Склабінський // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Дни науки - 2006». Том 33. – Хімія та хімічні технології. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – С. 34–37.
3. Артюхов А.Е. Высокоэффективные вихровые аппараты в малотоннажных производствах гранулированных продуктов / А.Е. Артюхов, В.И. Склабинский // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: сб. научных трудов XX Международной научно-технической конференции. – Минск, 2008. – С. 272–277.

4. Артюхов А.Є. Перспективи отримання гранул з особливими властивостями в малогабаритних вихрових апаратах / А.Є. Артюхов, О.О. Ляпощенко, В.І. Склабінський // “Вісник СумДУ. Серія: Технічні науки”. - 2009. - №4. – С. 14-21.
5. Склабінський В.І. Розрахунок гідродинамічних параметрів закручених потоків у вихрових грануляторах аналітичним методом / В.І. Склабінський, А.Є. Артюхов // Вісник Сумського державного університету. – 2008. – № 3. – С. 62–70.
6. Склабинский В.И. Определение гидродинамических характеристик дисперсной фазы в малогабаритных вихревых аппаратах / В.И. Склабинский, А.Е. Артюхов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського - Кременчук: КДПУ, 2009. – Вип. 6/2009 (59) частина 1. – С. 196-201.
7. Патент №29950 Україна, МПК (2006) B01J2/16. Пристрій для гранулювання рідкого матеріалу / А.Є. Артюхов, В.І. Склабінський, А.С. Стеценко; заявник та патентовласник Сумський державний університет. – №u200512066; заявл. 15.12.2005; надрук. 11.02.2008, Бюл. № 3.
8. Патент №82754 Україна, МПК (2006) B01J2/16. Спосіб гранулювання рідкого матеріалу та пристрій для його здійснення / А.Є. Артюхов, В.І. Склабінський; заявник та патентовласник Сумський державний університет – №a200608137; заявл. 20.07.2006; надрук. 12.05.2008, Бюл. № 9.
9. Патент №90798 Україна МПК (2009) B01J2/16, B01J8/08, B01J8/18. Спосіб отримання гранул пористої структури та пристрій для його здійснення / Артюхов А.Є., Склабінський В.І., Жеба К.В. - №a200812720; заявл. 30.10.2008; надрук. 25.05.2010, Бюл. №10, 2010р.
10. Патент №99023 Україна МПК (2012.01) B01J2/16 (2006.01), B01J2/00. Спосіб отримання гранул пористої структури та пристрій для його здійснення / Артюхов А.Є., Склабінський В.І. - №a201014887; заявл. 13.12.2010; надрук. 10.07.2012, Бюл. №13, 2012р.