

УДК 661.152.4:66.022.62

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.168150

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ПНЕВМОКЛАССИФИКАТОРА РОМБИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Юхименко Н. П., Острога Р. А., Литвиненко А. В., Поддубный Е. М., Забицкий Д. В.

1. Введение

В работе [1] представлена технология получения гранулированных удобрений на органической основе. Стандартные требования на гранулированные удобрения предусматривают содержание фракции 1–4 мм не менее 85–90 %, а фракции менее 1 мм – не более 3–5 %. Рассмотренный способ гранулирования путем распыления суспензии в псевдооживленный слой частиц характеризуется различным временем пребывания как растущих гранул, так и возвращением мелких частиц ретур [2, 3]. Это обуславливает неравномерное покрытие поверхности частиц суспензией, в результате чего продукт после гранулятора получается неоднородным по гранулометрическому составу. Ввиду наличия нагретых мелких частиц размером менее 1 мм, использование механических грохотов нецелесообразно из-за забивания ячеек сетки, что приводит к частой остановке оборудования на ремонт [4]. Таким образом, разработанная технологическая линия получения органических и органо-минеральных гранул [1, 5] должна быть оснащена пневмоклассификатором для отсева мелких фракций из полидисперсной смеси гранулированного продукта. Поскольку классификатор играет очень важную роль в процессе получения товарных гранул, то и его эффективность должна соответствовать предъявленным к нему требованиям [6–8]. Проанализировав известные конструкции сепараторов [9–11], можно прийти к выводу, что ни одна из конструкций не обеспечивает нужную чистоту продукта в рамках предложенной технологической схемы. Помимо обеспечения чистоты продукта аппарат также должен иметь низкое гидравлическое сопротивление и малую энергоемкость. Этим и обуславливается актуальность исследования. Поэтому *объектом исследования* является процесс классификации гранулированных органических удобрений в гравитационном пневмоклассификаторе ромбической формы. А *целью работы* является исследование процесса классификации гранулированных органических удобрений в гравитационном пневмоклассификаторе ромбической формы и установление оптимальных режимно-технологических параметров работы оборудования.

2. Методика проведения исследований

В работе использовались методы физического моделирования процессов пневматической классификации газодисперсных систем. При проведении экспериментальных исследований применяли методы многофакторного планирования эксперимента. Для обобщения полученных экспериментальных

данных применены дифференциальные методы математического анализа и интегрального исчисления, которые выполняли с помощью компьютерной техники и пакета прикладных программ, а именно: MathCAD, MS Office Excel.

3. Результаты исследований и их обсуждение

Для исследований использовался лабораторный стенд «ромбического» пневмокласификатора, на котором был поставлен ряд опытов по подбору оптимального режима разделения и чистоты продукта.

Рациональное использование рабочего пространства и использование эффективных способов влияния на поток материала позволяют в рамках одного корпуса получить требуемые параметры разделения. Отсутствие в корпусе контактных элементов значительно снижает гидравлическое сопротивление аппарата, и значительно уменьшает его энергоемкость.

Из рис. 1 видно, что корпус 1 ромбической формы условно можно разделить на две зоны: нижняя часть (зона сепарации) предназначена для вращения материала, а верхняя – для разгона и отвода из аппарата гранул на доразмивание. Загрузочный бункер 2 используется для равномерного дозирования гранул, поступающих в аппарат, а разгрузочные устройства 3 и 4 служат для отвода гранул за пределы аппарата.

Принцип работы пневмокласификатора заключается в следующем. Газодувка формирует устойчивый воздушный поток. Гранулы подаются непрерывно в среднюю часть аппарата. Под действием силы тяжести гранулы попадают в сепарационную зону аппарата (рис. 1), где при помощи воздушного потока из них образуется вращающийся слой, который поджимается от стенки к стенке. При этом из слоя выдувается мелкая фракция, которая разгоняется в верхней части корпуса и направляется в аппарат кипящего слоя на доразмивание. А крупные гранулы (размером более 2 мм), просыпаются сквозь вращающийся слой, и отводятся в сборник в виде товарной фракции.

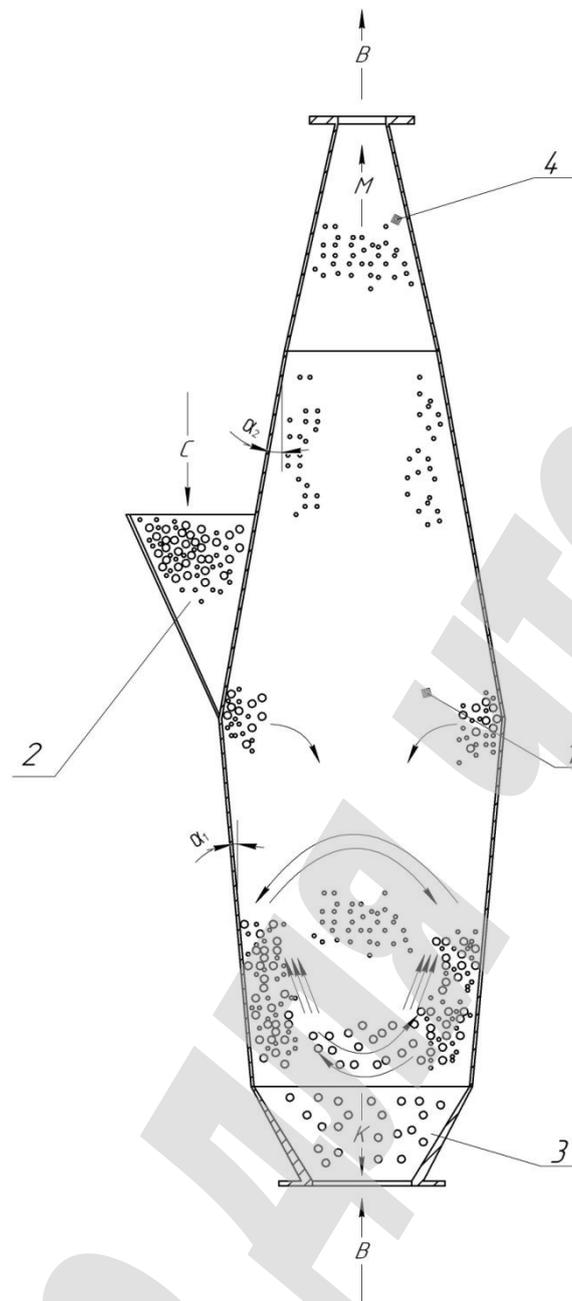


Рис. 1. Принцип работы «ромбического» пневмокласификатора:
 1 – корпус; 2 – загрузочный бункер; 3 – нижнее разгрузочное устройство;
 4 – верхнее разгрузочное устройство; α_1 – угол раскрытия ромба; α_2 – угол
 закрытия ромба; В – воздушный поток; К – крупная фракция; М – мелкая
 фракция; С – исходная смесь гранул

Результаты исследований представлены на рис. 2 и в табл. 1.

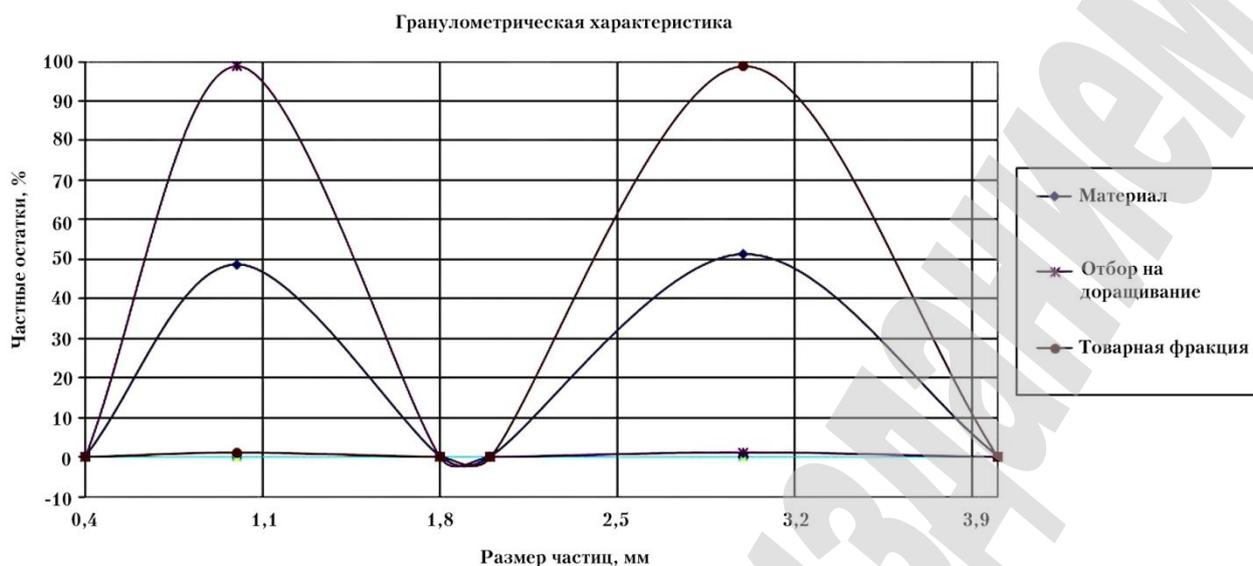


Рис. 2. Кривые рассева по фракциям

Таблица 1

Результаты эксперимента на бинарной смеси (товарная фракция 2–4 мм и недорощенная фракция 0,4–2 мм)

Проба	Масса навески, г	Фракция 0,4–2 мм, г	Фракция 2–4 мм, г
Исходный материал	3129,2	1524,6	1604,6
%	100,0	48,7	51,3
Выход гранул на доращивание	1559,6	1507,3	52,3
%	100,0	98,8	1,2
Выход товарной фракции	1569,6	17,3	1552,3
%	100,0	1,1	98,9

Как видно из графика (рис. 2), чистота товарной фракции составляет 96–98 %, а 2–4 % составляют потери. Это означает, что эффективность работы данного аппарата очень высокая и степень разделения соответствует требованиям, которые предъявляются к данному виду оборудования.

Часть материала, которая не разделилась, продолжает вращаться. Далее в корпус аппарата поступают новые гранулы. В корпусе создаются условия, которые позволяют слою материала вращаться от стенки к стенке.

4. Выводы

В работе показано, что проведение процесса пневмокласификации в «ромбическом» пневмокласификаторе позволяет эффективно удалять из гранулированного продукта частицы размером менее 2 мм. На выходе из аппарата получаем товарный продукт с размером частиц 2–4 мм, что

соответствует стандартным требованиям по качественному гранулометрическому составу. Эффективное разделение в данном аппарате осуществляется за счет его ромбической формы, которая способствует вращению потока материала и приводит к дополнительному пересеву. Циклическая загрузка материала в аппарат также воздействует на характер движения частиц и не позволяет им собираться в агломераты.

Литература

1. Technology of producing granular fertilizers on the organic basis / Ostroha R., Yukhymenko M., Mikhajlovskiy Y., Litvinenko A. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 1, Issue 6 (79). P. 19–26. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.60314>
2. Davidson J. F., Harrison D. *Fluidization*. London: Department of Chemical Engineering University of Cambridge, 1971. 728 p.
3. Mathur K. B., Epstein N. *Spouted beds*. Vancouver: Department of Chemical Engineering University of British Columbia, 1974. 288 p.
4. Апарати завислого шару. Теоретичні основи і розрахунок / Юхименко М. П. та ін. Суми: Собор, 2003. 304 с.
5. Ostroha R., Yukhymenko M., Yakushko S., Artyukhov A. Investigation of the kinetic laws affecting the organic suspension granulation in the fluidized bed // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, Issue 1 (88). P. 4–10. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107169>
6. Hydrodynamic modelling of dense gas-fluidised beds: comparison and validation of 3D discrete particle and continuum models / Goldschmidt M. J. V., Beetstra R., Kuipers J. A. M. // *Powder Technology*. 2004. Vol. 142, Issue 1. P. 23–47. doi: <http://doi.org/10.1016/j.powtec.2004.02.020>
7. Numerical investigation of gas mixing in gas–solid fluidized beds / Li T., Zhang Y., Grace J. R., Bi X. // *AIChE Journal*. 2010. Issue 9 (56). P. 2280–2296. doi: <http://doi.org/10.1002/aic.12144>
8. Latz A., Schmidt S. Hydrodynamic modeling of dilute and dense granular flow // *Granular Matter*. 2010. Vol. 12, Issue 4. P. 387–397. doi: <http://doi.org/10.1007/s10035-010-0187-6>
9. Quantitative measurement of particle segregation mechanisms / Johanson K., Eckert C., Ghose D., Djomlija M., Hubert M. // *Powder Technology*. 2005. Vol. 159, Issue 1. P. 1–12. doi: <http://doi.org/10.1016/j.powtec.2005.06.003>
10. McCarthy J. J. Turning the corner in segregation // *Powder Technology*. 2009. Vol. 192, Issue 2. P. 137–142. doi: <http://doi.org/10.1016/j.powtec.2008.12.008>
11. Effects of geometry on the characteristics of the motion of a particle rolling down a rough surface / Aguirre M. A., Ippolito I., Calvo A., Henrique C., Bideau D. // *Powder Technology*. 1997. Vol. 92, Issue 1. P. 75–80. doi: [http://doi.org/10.1016/s0032-5910\(97\)03231-2](http://doi.org/10.1016/s0032-5910(97)03231-2)