4. Янаков В.П. Аналіз фундаментальних досліджень у технологічній операції заміс тіста / В.П. Янаков Тематич. науч.-техн. сборник. Праці Таврійської держ. агротехн. акад. – Мелітополь.: ТДАТУ. 2012, Вип.12. Т.2. – С.225–233.
5. Стренг Ф. Перемешивание и аппаратура с мешалками / Ф. Стренг – Л.: Химия, 1975. – 236 с.
6. Реология: теория и приложения / под ред. Ф. Эйриха. – М.: Иностранная литература, 1962. – 822 с.

УДК 621.926.22

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ГЕНЕРУВАННЯ РЕЦИКЛУ ГРАНУЛ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ

Нагорний О.В., магістрант, Смілян І.О., аспірант, Степанюк А.Р., доц., к.т.н.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ

Розглянуто та проведено аналіз подрібнюючих апаратів ударної дії. Наведено схему роботи ножової дробарки. Проаналізовано результати розрахунку ножа ротора та визначені умови подрібнення матеріалу у даній дробарці.

It was considered and conducted analysis of grindings apparatus of shock action. The chart of work of knife crusher is resulted. The results of calculation of knife of rotor and certain terms of growing of material shallow are analysed in this crusher.

Ключові слова: роторна дробарка, дисмембратор, ступінь подрібнення, ротор, пальці, частинка.

Метою даної роботи є обґрунтування способу подрібнення гранульованих органо-мінеральних композитів для забезпечення рециклу гранул.

Для забезпечення рівномірності постачання корисних речовин в грунт необхідно забезпечити рівномірне розподілення органічних і мінеральних речовин у всьому об'ємі гранули та задані фізико-механічні властивості, які відповідають сучасним вимогам сільгоспвиробника. Таких умов можна досягти за рахунок утворення багатошарової структури композиту з кристалічним каркасом, в якому на мікрорівні хаотично розташовані аморфні частинки. Проте під час гранулювання у псевдо зрідженому шарі органо-мінеральних композитів утворення нових центрів грануляції за рахунок внутрішніх механізмів не завжди дає позитивний результат. Тому постає питання додаткового подрібнення спеціальними пристроями. При цьому до подрібнювача висуваються наступні вимоги: простота конструкції, можливість працювати в запиленому середовищі, гранули що необхідно роздробити мають розміри 1,0…4,0 мм, шматки що утворюються повинні у 95 % мати розміри 0,2…1,0 мм. Таким вимогам найближче відповідають дезінтеграторні (дисмембраторні) млини.

Ефективність роботи таких млинів, економічність і діапазон дисперсності, в якому вони дають кращі показники, залежать від багатьох факторів. Серед них важливе значення мають матеріали стінок і тіл, що подрібнюються. Багато що визначає зв'язаний з млином агрегат завантаження і вивантаження подрібненого матеріалу. Дезінтегратори та дисмембратори, в свою чергу поділяються на апарати з горизонтальною та вертикальною віссю обертання диска.

Розглянемо апарати цих типів і їх переваги та недоліки.

Дезінтегратор [1], складається із двох барабанів, які входять один до одного та кожен із яких має власний привідний вал у підшипниках, змонтованих на одній рамі. Барабан складається із диска, на якому по концентричних колах закріплені пальці. В міру віддалення від центра відстань між пальцями зменшується. Диск, у свою чергу, закріплений до маточини, яка сидить на привідному валу. Ряди пальців одного барабана знаходяться між пальцями іншого. Барабани обертаються у протилежних напрямках.

Матеріал, що підлягає подрібненню, надходить через штуцер у центральну частину одного з барабанів і потрапляє між рухомими назустріч один одному пальцями, де і відбувається його подрібнення.

До переваг даного апарату можна віднести високу ступінь подрібнення та відносно меншу швидкість обертання дисків.

Недоліком є швидкий знос елементів дисків, а саме пальців, складна конструкція та високий гідравлічний опір.

Дисмембратор [1] з горизонтальною віссю обертання диска складається з обертового диска із закріпленими на ньому по концентричним колам пальцями, корпуса, відкидної кришки з пальцями і штуцера.

Матеріал надходить через штуцер у центр дисмембратора, потрапляє між рухомими і нерухомими пальцями, де і відбувається його подрібнення.

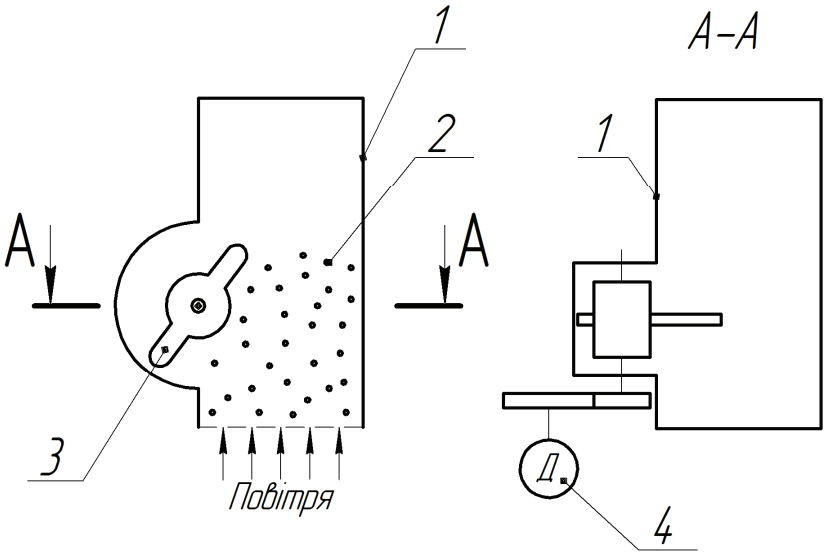
Переваги даного апарату: компактна конструкція.

Недоліки: у двічі більша швидкість обертання диску, відповідно швидкий знос пальців на рухомому диску.

Враховуючи, що для генерації ретуру необхідно подробити не всі гранули, що утворились, а лише деяку кількість, що визначаться умовами гранулювання, доцільно для подрібнення використовувати ножові дробарки з рухомими роторами.

У подрібнюючих апаратах ударної дії, які мають у своєму складі шматки значних розмірів, має місце жорстке закріплення пальців на роторі для того, щоб в удар по шматку подрібнюваного матеріалу ввести масу ротора для більш ефективного подрібнення. У зв'язку з цим діаметр ротора у роторних дробарках при одній і тій же самій величині шматків подрібнюваного матеріалу може бути значно менше, ніж у молоткових дробарках.

При розрахунках ножових дробарок необхідно визначити потужність двигунів для забезпечення безперебійної роботи. Для визначення потужності електродвигуна і перевірки можливості подрібнення матеріалу в даній дробарці виходимо із наступних теоретичних міркувань [3]. Схема роботи ножової дробарки показана на рисунку 1. Частинка *m* зіштовхується з ножем і руйнується.



1 – корпус; 2 – гранули; 3 – ніж; 4 – урухомник.

Рис. 1 – Схема руху матеріалу в ножовій дробарці

При ударі ножа по шматкам подрібнюваного матеріалу ротор втрачає частину своєї кінетичної енергії, передаючи її подрібнюючому матеріалу, яка використовується для подрібнення. Відповідно до закону збереження енергії маємо:

$$T_0 = T_1 + T_2,$$

де T_0 – кінетична енергія ротора до удару, Дж;

T_1 – кінетична енергія ротора після удару, Дж;

T_2 – кінетична енергія, затрачувана на зіткнення ножа з шматком подрібнюваного матеріалу, Дж.

Кінетична енергія ротора до удару:

$$T_0 = \frac{I_{в.м}\omega_0^2}{2},$$

де $I_{в.м}$ – момент інерції обертових мас ротора, кг·м^2;

ω_0 – кутова швидкість ротора до удару, с$^{-1}$.

Кінетична енергія ротора після удару:

$$T_1 = \frac{I_{в.м}\omega_1^2}{2},$$

де ω_1 – кутова швидкість ротора після удару, с$^{-1}$.

Кінетична енергія, затрачувана на зіткнення ножа з шматком подрібнюваного матеріалу і передана йому:

$$T_2 = \frac{M_1 \upsilon_1^2}{2},$$

де M_1 – маса шматка подрібнюваного матеріалу, кг;

υ_1 – швидкість, передана ножем шматку подрібнюваного матеріалу після удару, м/с,

$$\upsilon_1 = \omega_1 R_р,$$

де $R_р$ – радіус ножа у місці удару, м.

При визначенні маси шматка подрібнюваного матеріалу, що зіштовхується з ножем, за об'єм шматка приймемо об'єм середньої гранули. Відповідно до цього маємо:

$$\frac{I_{в.м}\omega_0^2}{2} = \frac{I_{в.м}\omega_1^2}{2} + \frac{M_1 \upsilon_1^2}{2},$$

звідки:

$$\omega_1 = \omega_0 \sqrt{\frac{I_{в.м}}{I_{в.м} + M_1 R_р^2}}.$$

Кінетична енергія, затрачена на зіткнення:

$$T_2 = T_0 - T_1 = \frac{I_{в.м}\omega_0^2}{2} - \frac{I_{в.м}\omega_1^2}{2} = \frac{I_{в.м}\omega_0^2}{2} - \frac{\omega_0^2 I_{в.м}^2}{2(I_{в.м} + M_1 \cdot R_р^2)}.$$

При виборі потужності електродвигуна і моменту інерції обертових мас необхідно перевірити можливість двигуна по відновленню швидкості ротора, що втрачається від зіткнення ножів із шматками подрібнюваного матеріалу.

Якщо до удару кутова швидкість ротора ω_0, а після удару вона зменшилась до ω_1, то втрата кутової швидкості складає:

$$\Delta\omega = \omega_0 - \omega_1.$$

При цьому швидкість обертання ротора зменшується на:

$$\Delta n = \frac{30\Delta\omega}{\pi}.$$

Час, після закінчення якого ніж повинен збільшити кутову швидкість з ω_1 до ω_0, тобто час від удару до удару:

$$t = \frac{60}{n},$$

де n – швидкість обертання ротора, об/хв.

Для забезпечення подальшого удару по шматку подрібнюваного матеріалу зі швидкістю ω_0 двигун повинен передати прискорення розгону ножа:

$$\varepsilon_р = \frac{\Delta n}{t}.$$

Крутний момент двигуна, необхідний для забезпечення прискорення розгону ножа дробарки $\varepsilon_р$:

$$M_д = \frac{GD^2}{375}\varepsilon_р.$$

Максимальний момент двигуна повинен бути не менше моменту $M_д$, необхідного для передачі обертовим масам прискорення $\varepsilon_р$.

Висновки

У результаті досліджень встановлено, що для подрібнення гранульованих органо-мінеральних композитів найбільш підходить ножова дробарка з горизонтальною віссю обертання; проаналізовано рух матеріалу в ножовій дробарці та визначено умови подрібнення матеріалу у даній дробарці.

Література

1. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия. – 1977. – 368 с.
2. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. – М.: Химия. – 2002. – 1017 с.
3. Барабашкин В.П. Молотковые и роторные дробилки. – М.: Недра. – 1972. – 144 с.
4. Корнієнко Я.М., Лукач Ю.Ю., Мікульонок І.О., Ракицький В.Л., Рябцев Г.Л. Процеси та обладнання хімічної технології. – К.: НТУУ «КПІ». – 2011. – Ч. 2. – 416 с.