

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОБАВОК К КОМБИКОРМАМ

Л.А. Сиваченко, докт. техн. наук, профессор (ГУВПО «Белорусско-российский университет»);
М.А. Киркор, канд. техн. наук, доцент (МГУП)

Аннотация

Приведены схемы технологических линий для получения добавок к комбикормам, на которых проведены экспериментальные исследования процессов измельчения и разделения полидисперсных материалов. В результате экспериментальных исследований выявлено влияние технологических и кинематических параметров проведения процессов на характерные размеры частиц полученных порошков.

Schemes of technological lines for reception of additives to mixed fodders on which experimental researches of processes of crushing and division of polydisperse materials spent are given. As a result of experimental researches the influence of technological and kinematic parameters of carrying out of processes on the characteristic sizes of particles of the received powders is revealed.

Введение

Современное производство комбикормов базируется на новейших достижениях науки о кормлении сельскохозяйственных животных. Применение в животноводстве кормов, сбалансированных по питательным веществам с учетом детализированных норм кормления сельскохозяйственных животных и птицы, вовлечение в кормовую базу дополнительных объемов незернового и белкового сырья позволяет снизить удельный вес зерна в концентрированных кормах, улучшить полноценность кормления животных, существенно повысить их продуктивность и эффективность использования кормов, в том числе и зерна, выделяемого на кормовые цели. Полноценный комбикорм должен обладать всеми качествами полноценного рациона, обеспечивающего высокую продуктивность и качество продукции, хорошее состояние здоровья животных и низкие затраты питательных веществ на единицу продукции. В Республике Беларусь создана промышленность по выработке обогатительных смесей-премиксов. Их применение позволяет существенно повысить биологическую ценность комбикормов и рационов и на основе этого улучшить продуктивность и воспроизводительные способности сельскохозяйственных животных.

Одними из важных компонентов, входящих в составы рецептур комбикормов, являются: известняк, свекловичный жом и рапсовый жмых. Они используются, например, в рецептурах полнорационных комбикормов и премиксов для кур яичных пород, кроликов, нутрий и т.д., а также для молодняка крупного рогатого скота на откорме [1]. В последнее время все большее применение в качестве добавки к комбикормам находят тонкодисперсный порошок какао-оболочек, который также используют как мульчу для обогащения почвы.

Основная часть

Для исследования процесса измельчения известняка и материалов растительного происхождения,

которые могут быть использованы в качестве добавок к комбикормам, были спроектированы и разработаны технологические линии, схемы которых представлены на рис. 1 и 2.

Линия (рис. 1) [2] работает следующим образом. Исходный материал загружается посредством кубелей в приемный бункер 1, из которого шнековым питателем 2 равномерно подается в дробилку ударного действия с вертикальным ротором 3.

В дробилке материал измельчается ударными рабочими элементами до требуемой крупности и выгружается в бункер-накопитель 4. Далее материал посредством кубеля 5 поднимается мостовым краном и перегружается в бункер 8, из которого шнековым питателем 9 поступает в полочную сушилку 7, в которой подсушивается топочными газами с температурой 220 °С, подаваемыми от газовой горелки 6, и проходя по наклонным полкам, сушится от начальной влажности – 5-12 % до конечной влажности – 1-3 %. Тонкая фракция вместе с топочными газами отсасывается дымососом 15. Пылеунос, происходящий в сушилке 7, компенсируется циклоном 12, где мелкие частицы, а их 7-8 % в пересчете на сухое вещество,

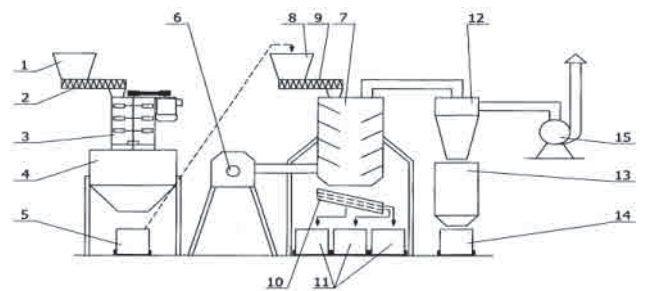


Рисунок 1. Схема технологической линии для получения известняковой муки:

1 – приемный бункер; 2 – шнековый питатель; 3 – дробилка; 4 – бункер-накопитель; 5 – кубель; 6 – калорифер; 7 – полочная сушилка; 8 – приемный бункер; 9 – шнековый питатель; 10 – грохот; 11, 13, 14 – приемные бункеры; 12 – циклон; 15 – дымосос

осаждаются и собираются в бункер 13, из которого отбираются кубелями 14 и вместе с фракцией, отобранной в грохоте 10, образуют целевой продукт – известняковую муку.

Материал, прошедший через сушилку, выгружается в грохот 10, где делится на три фракции (от 0 до 1 мм; 1 – 3 мм; более 3 мм). Первые две фракции отвозятся кубелями 11 как готовый продукт, а материал крупнее 3 мм, которого в общем количестве около 20 %, повторно загружается в бункер 1 и идет на доизмельчение.

Линия, представленная на рис. 2, работает следующим образом. Посредством ременной передачи 2 от электродвигателя 1 приводится во вращение ротор измельчителя 4. Исходный продукт шнековым питателем 5 подается в верхнюю часть измельчителя 4. Измельченный продукт поступает на разделение в классификатор 6, из которого грубая фракция, имеющая размеры больше требуемого, отводится на доизмельчение, а тонкая фракция поступает в циклон 7, где собирается в бункере готового продукта, и циклон 8, который рабо-

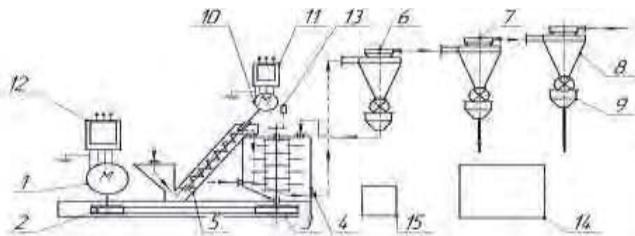


Рисунок 2. Схема технологической линии для получения тонкодисперсных порошков из материалов растительного происхождения:

1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – рама; 4 – измельчитель; 5 – шнековый питатель; 6 – классификатор; 7, 8 – циклон; 9 – бункер; 10 – электродвигатель; 11, 12 – частотный преобразователь; 13 – лазерный фототахометр; 14 – седиментограф; 15 – весы

тает в качестве фильтра для очистки воздуха.

Контроль и регулирование кинематических параметров работы линии осуществляется при помощи частотных преобразователей 11 и 12, а также лазерного фототахометра 13. Фракционный состав полученных порошков определяется при помощи седиментографа 14, а производительность по готовому продукту – весов 15.

Объектами исследований процесса измельчения являлись природный известняк, свекловичный жом, рапсовый жмых и какаоветла.

В результате исследований были получены порошки с максимальными размерами (5 мм – известняковая мука, 1 мм – свекловичный жом и 0,75 мм – рапсовый жмых), фракционные составы которых описаны при помощи закона распределения Розина-Раммлера, имеющего вид [3]

$$R(d) = \exp(-B \cdot d^N), \quad (1)$$

где B и N – эмпирические константы.

Эти константы определяются соотношениями

$$N = \frac{\ln(\ln(1/R_1)/\ln(1/R_2))}{\ln(d_1/d_2)}, \quad (2)$$

$$B = \frac{1}{d_1^N} \ln \frac{1}{R_1}, \quad (3)$$

где R_1, R_2 – значения ординат интегральной функции в двух точках кривой;

d_1, d_2 – значения абсцисс в тех же точках.

Зависимость (1) адекватно описывает опытные точки $R_i(d_i)$ или сглаживающие их кривые $R(d)$ в широком диапазоне размеров частиц при рациональном выборе значений пар $R_1 - d_1, R_2 - d_2$. Они должны быть сосредоточены в той области распределения, которую необходимо наиболее точно описать. Для описания всей кривой гранулометрического состава $R(d)$ рекомендуется использовать значения на отрезке, близком к прямой линии $R_1 = 0,65 - 0,8$ и $R_2 = 0,1 - 0,25$ [3].

В результате математической обработки были получены выражения, описывающие фракционные составы полученных порошков:

– для известняковой муки

$$R(d) = \exp(-9,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^{1,45}); \quad (4)$$

– для свекловичного жома

$$R(d) = \exp(-4,2 \cdot 10^{-4} \cdot d^{1,43}); \quad (5)$$

– для рапсового жмыха

$$R(d) = \exp(-3,2 \cdot 10^{-4} \cdot d^{1,51}). \quad (6)$$

Кроме того, на технологической линии, представленной на рис. 2, проводились исследования процессов получения порошка какаоветлы при изменении частоты вращения ротора классификатора n (от 1980 до 2700 об/мин с шагом 180 об/мин) и производительности линии по готовому продукту M (от 25 до 60 кг/ч).

В результате исследований были получены тонкодисперсные порошки, некоторые фракционные составы которых (при производительности 25 кг/ч) в виде дифференциальных кривых распределения частиц по размерам представлены на рис. 3 [4].

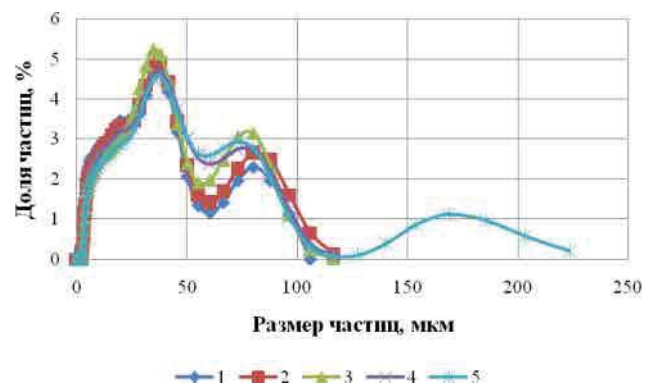


Рисунок 3. Гранулометрические составы полученных порошков при производительности 25 кг/ч:

1 – 2700 об/мин; 2 – 2520 об/мин; 3 – 2340 об/мин; 4 – 2160 об/мин; 5 – 1980 об/мин

Основными параметрами, характеризующими гранулометрический состав порошков, являются характерные размеры, в частности, d_{10} (диаметр, при котором 10 % всех частиц порошка имеют меньший размер), медианный диаметр d_{50} (диаметр, при котором 50 %

Таблица 1. Характерные размеры частиц полученных порошков

Размер	Параметры проведения эксперимента				
	M=25 кг/ч, n=2700 об/мин	M=25 кг/ч, n=2520 об/мин	M=25 кг/ч, n = 2340 об/мин	M=25 кг/ч, n = 2160 об/мин	M=25 кг/ч, n = 1980 об/мин
1	2	3	4	5	6
d ₁₀ , мкм	5,2	5,6	5,9	5,9	6
d ₅₀ , мкм	19,7	22,3	24,7	23,9	26,7
d ₉₀ , мкм	59,2	68,7	69,4	67,9	77,5
	M=30 кг/ч, n=1980 об/мин	M=37,5 кг/ч, n=1980 об/мин	M=50 кг/ч, n=1980 об/мин	M=60 кг/ч, n=1980 об/мин	циклон 8
d ₁₀ , мкм	6,2	6,1	6	6	3
d ₅₀ , мкм	27,6	28,7	28,2	29,2	12
d ₉₀ , мкм	85,7	89,1	99	95,6	65

всех частиц порошка имеют меньший размер) и d₉₀ (диаметр, при котором 90 % всех частиц порошка имеют меньший размер) [5]. В табл. 1 представлены значения этих параметров для полученных порошков при разных параметрах проведения процесса, а также фракционный состав порошков после циклона 8.

Анализируя данные, представленные в табл. 1, можно сделать вывод о том, что характерные размеры частиц обратно пропорциональны частоте вращения ротора классификатора, что объясняется увеличением центробежной силы. Кроме того, можно заметить, что с увеличением производительности по готовому продукту увеличиваются и характерные размеры частиц, что объясняется увеличением концентрации твердой фазы в объеме установки, а соответственно, и увеличением нагрузки на аппарат.

Основным требованием, предъявляемым к порошку какао-шеллы, является величина среднего размера фракции, т.е. он должен лежать в диапазоне от 15 до 30 мкм. В результате математической обработки экспериментальных данных было получено выражение, описывающее зависимость среднего размера частиц от частоты вращения ротора классификатора при производительности установки M = 25 кг/ч, которое имеет вид

$$d_{50} = 495,7n^{-0,835} \quad (7)$$

На рис. 4 представлена корреляция экспериментальных и расчетных данных.

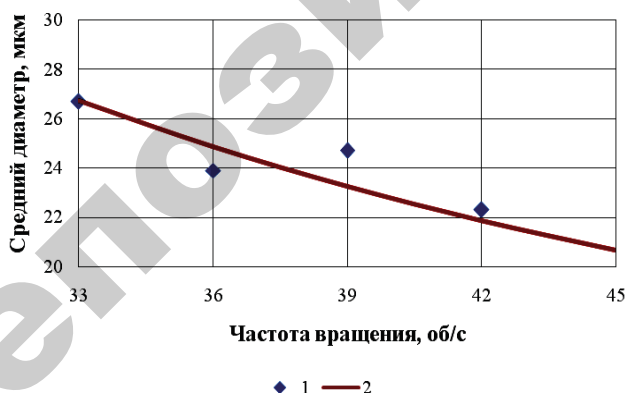


Рисунок 4. Корреляция расчетных и экспериментальных данных: 1 – эксперимент; 2 – расчет по выражению (7)

Заключение

Предлагаемая технологическая линия для производства известняковой муки обеспечивает получение 58 % продукта крупностью 1-3 мм, соответствующего требованиям ГОСТ 26826-86 «Мука известняковая для производства комбикормов и подкормки сельскохозяйственных животных и птицы», 39 % материала крупностью менее 1 мм, идущего на раскисление почвы и 3 % материала теряется из-за пылеуноса на всех стадиях технологического процесса. В свою очередь, линия для получения тонкодисперсных порошков из материалов растительного происхождения пригодна для получения порошков, удовлетворяющих предъявляемым к ним требованиям. В результате экспериментальных исследований установлено, что характерные размеры частиц обратно пропорциональны частоте вращения ротора классификатора и прямо пропорциональны производительности установки по готовому продукту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных (состав и применение): справоч. / В.А. Крохина [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 304 с.
2. Технологические аппараты адаптивного действия / Л.А. Сиваченко [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 375 с.
3. Мизонов, В. Е. Аэродинамическая классификация порошков / В.Е. Мизонов, С. Г. Ушаков. – М.: Химия, 1989. – 160 с.
4. Киркор, М.А. Разделение тонкодисперсных пищевых порошков на фракции / М.А. Киркор, Р.В. Махлов, И.Н. Никитин // Удосконалення процесів і обладнання – запорука інноваційного розвитку харчової промисловості: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Киев, 10-11 апр. 2012 г. / Нац. ун-т пищ. техн.; редкол.: С.В. Иванов [и др.]. – Киев, 2012. – С. 124-125.
5. Коузов, П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П.А. Коузов. – Л.: Химия, 1987. – 264 с.