

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ: ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА РАЗМЕР ЧАСТИЦ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

М. РЮЛЕ, технолог, компания Bühler

Подбор оптимального размера частиц корма может быть идеальным способом улучшения продуктивности и здоровья животных при условии понимания их потребностей и факторов, влияющих на производство комбикорма. Ключевым шагом в обеспечении необходимого размера частиц является измельчение. Вид оборудования, различные параметры и варианты обработки определяют гранулометрический состав кормовой смеси.

Большая часть сырья, используемого на комбикормовых предприятиях, подвергается измельчению. Этот процесс способствует, во-первых, повышению продуктивности животных, а во-вторых, оптимизации процессов производства комбикорма, особенно при обеспечении однородности смешивания и качества гранул. Существуют многочисленные возможности для модификации и оптимизации процесса измельчения.

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ И ВЛИЯНИЕ ТИПА ДРОБИЛКИ

К двум основным параметрам, определяющим качество размола, относятся распределение частиц по размеру и значение d_{50} . Первый устанавливает пропорции частиц определенного размера в образце. На рисунке 1 показаны кумулятивные кривые (сумма всех пропорций) и кривые плотности распределения (отдельные пропорции). Значение d_{50} представляет собой средний размер частиц гранулометрического спектра. Это означает, что 50% частиц имеют размер меньше значения d_{50} , а 50% — больше, чем d_{50} . Как показано на рисунке, сыпучие материалы с одинаковым значением d_{50} могут иметь различный гранулометрический состав. Этим подтверждается важность обоих значений для определения характеристик размера частиц.

Рисунок 1 также демонстрирует влияние различных видов машин на гранулометрический состав продукта. Самого узкого спектра можно достичь с помощью вальцового станка, в то время как молотковая дробилка обеспечивает широкий диапазон размеров частиц и, следовательно, большее количество мелких и крупных частиц. Еще одним фактором, на который влияет вид машин, является форма частиц. В вальцовых дробилках разрушение частиц происходит под действием их сжатия и сдвига, поэтому они принимают более вытянутую форму. В молотковых дробилках продукт измельчается под воздействием ударной нагрузки с образованием частиц округлой формы.

МОЛОТКОВЫЕ ДРОБИЛКИ

Молотковая дробилка чаще используется на комбикормовых заводах, поскольку обеспечивает высокую производительность, проста в эксплуатации и подходит для измельчения практически любых продуктов. Однако на одной и той же машине можно получать частицы различных размеров. Это будет зависеть от ее параметров, технологического процесса и сырья. Далее рассматриваются параметры, связанные с особенностями оборудования и технологического процесса.

Молотки. В молотковой дробилке основным измельчающим элементом являются молотки (рис. 2). Быстро движущиеся молотки, ударяя по медленно движущимся частицам продукта, разбивают их. Наиболее очевидный фактор влияния — это количество молотков: с его увеличением вероятность удара по частицам повышается, что приводит к более тонкому размолу. Другой параметр влияния — длина молотков, поскольку она определяет угол, под

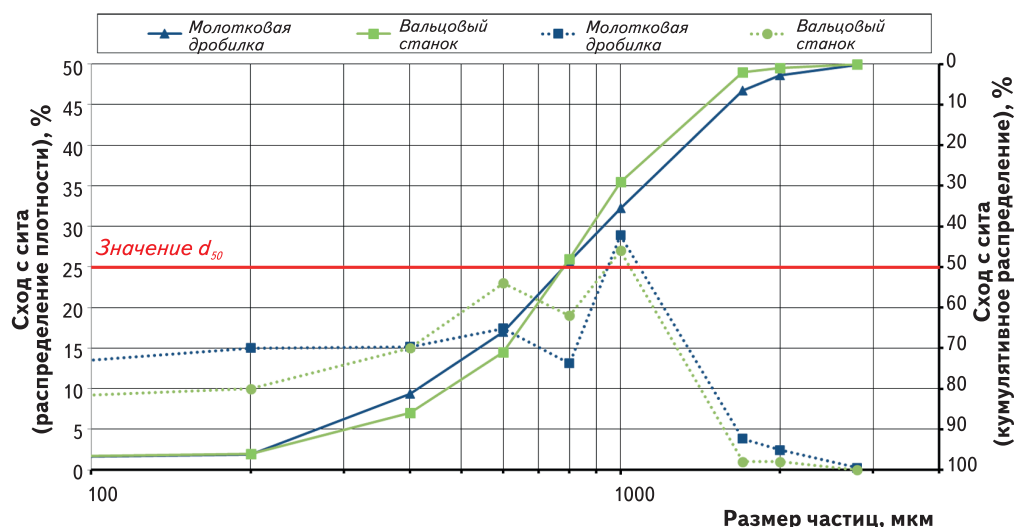


Рис. 1. Сравнение кумулятивного распределения (сплошные линии) и распределения плотности (пунктирные линии) размеров частиц измельченной кукурузы

которым частицы отражаются от молотков. Угол отклонения может быть изменен путем изменения длины молотков. Короткие молотки, между рабочим концом которых и ситом большое расстояние, отражают частицы перпендикулярно ситу. Частицы проходят через отверстия сита сразу, как только становятся достаточно мелкими для этого. С увеличением длины молотка и тем самым уменьшением расстояния между молотком и ситом угол столкновения частиц с ситом становится более тупым. Частицы отскакивают от сита и дольше остаются в дробильной камере, где они подвергаются дальнейшему измельчению.

Сита. На гранулометрический состав также влияют размер отверстий сита и его открытая площадь. Первый параметр определяет размер частиц, которые будут проходить через отверстия сита: чем больше размер отверстий сита, тем крупнее частицы проходят через них. При увеличении открытой площади сита возрастает вероятность того, что частицы пройдут через его отверстия, а не ударятся о поверхность между ними. Время удержания частиц внутри дробильной камеры зависит также от степени износа сит. Отверстия изношенных сит имеют закругленные (скошенные) края, которые отражают больше частиц обратно. Соответственно, износ сит приводит к более тонкому размолу и более широкому гранулометрическому спектру.

Ударные плиты (деки) и камера торможения. Принцип работы молотковой дробилки заключается в создании большой разницы между скоростями молотков и движения частиц. Ударные плиты и камеры торможения способствуют увеличению этой разницы, замедляя движение частиц и направляя их обратно к ротору. При этом увеличивается число ударов частиц о молотки. Камера торможения также создает условия турбулентности и прерывает круговое движение продукта с помощью ротора и молотков. За счет сдвига на ситах предотвращается производство очень мелких частиц. Частицы остаются внутри дробильной камеры в течение практически одинакового времени, что приводит к более тонкому размолу в более узком гранулометрическом спектре.

Окружная скорость ротора. Регулировка скорости ротора с помощью частотного преобразователя позволяет за короткое время регулировать распределение частиц без какого-либо механического вмешательства. С увеличением скорости ротора и, соответственно, молотков размол становится более тонким, а гранулометрический спектр более широким.

Аспирация. Аспирация молотковой дробилки оказывает существенное влияние на ее производительность и гранулометрический состав измельчаемого продукта. При увеличении скорости потока воздуха частицы с большей силой отсасываются через сито и быстрее покидают дробильную камеру, что обеспечивает получение меньшего количества мелких частиц в более узком гранулометрическом спектре.

Аспирация и окружная скорость — это факторы, которые регулируются без остановки технологического процесса.

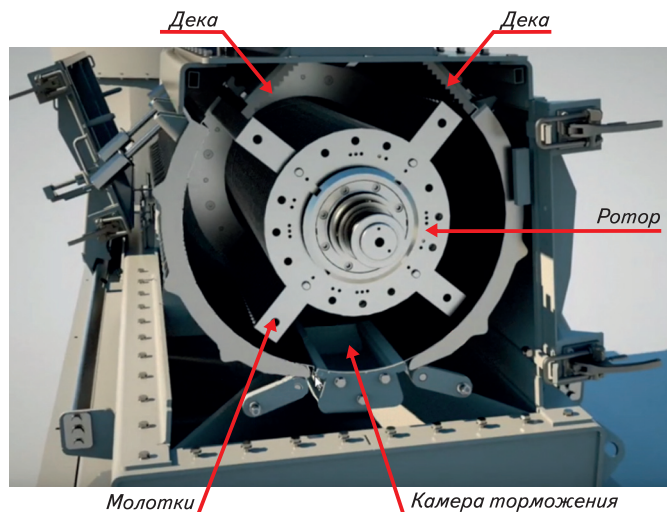


Рис. 2. Молотковая дробилка

ВАЛЬЦОВЫЕ СТАНКИ

Вальцовый станок, в отличие от молотковой дробилки, перерабатывает продукты ограниченного перечня. Например, волокнистые и крупнокусковые продукты трудно поддаются измельчению на данном оборудовании. Кроме того, сам процесс менее гибок. На размер частиц влияют количество и тип рифлей на вальцах и зазор между ними.

Крупность частиц продукта регулируется зазором между вальцами, однако кривые распределения остаются такими же. Соответственно, при постоянном значении d_{50} количество мелких и крупных частиц одинаково.

СТУПЕНЧАТОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

Ступенчатое измельчение сочетает в себе просеивание и измельчение. В рамках этого процесса можно комбинировать различные типы дробилок, в частности молотковые и вальцовые. После каждого этапа измельчения продукт просеивается, и только сход передается на следующую дробилку, — так происходит до тех пор, пока все частицы не достигнут необходимого размера. Этот метод сокращает выработку мелких частиц, поскольку измельчаются только крупные частицы и более узким становится гранулометрический спектр.

Все рассмотренные в статье факторы влияют на размер частиц и их распределение. Однако даже если настройки параметров дробильного оборудования остаются неизменными, характеристики измельченного продукта могут варьироваться ввиду изменений характеристик сырья или степени износа молотков и сит. Раннее обнаружение отклонений важно для достижения требуемого размера и распределения частиц. Новые сенсорные решения позволяют производителям комбикормов достаточно быстро анализировать размер частиц и немедленно вносить необходимые изменения в случае каких-либо отклонений. ■