

Анализ факторов, влияющих на рабочий процесс молотковых дробилок

Рындин Аркадий Юрьевич, старший преподаватель
Нижегородский инженерно-экономический университет (г. Княгинино)

Аннотация. В данной статье проведен анализ научных публикаций по определению параметров дробилок, влияющих на их рабочий процесс.

Ключевые слова: зерно, молотковая дробилка, производительность, рабочий процесс, решето, степень измельчения, энергоэффективность.

Технологическая эффективность работы дробилок характеризуется степенью измельчения продукта, производительностью и расходом энергии на 1 т обрабатываемого продукта. На качество работы дробилок влияют физические свойства продукта (влажность, твердость, вязкость, крупность частиц и т.д.) и параметры рабочих органов дробилки: окружная скорость молотков, форма, размеры и их качество; величина зазора между верхней кромкой молотков и ситовой поверхностью; форма отверстий сита и их размеры; отсос воздуха из рабочей зоны машины.

В. А. Сысуев, А. В. Алешкин, П. А. Савиных [2] выделяют следующие виды параметров: 1) управляющие (регулируемые) параметры, которые можно изменять и измерять по необходимости (состав и структура кормов, подача кормов, режимы работы и др.); 2) неуправляющие (нерегулируемые) параметры, которые можно измерять, но нельзя воздействовать на них в ходе процесса (например, влажность и др.); 3) случайные параметры, воздействуют на систему случайным образом, изменяются во времени непредсказуемо (забивание рабочих органов, надежность машины и др.).

Многочисленные исследования [1, 3, 4, 5, 7 и др.] подтверждают, что основанием к расчету рабочих органов, снижению энерго- и металлоемкости кормоприготовительных машин (в том числе и молотковых дробилок зерна), повышению качества кормов в процессе подготовки к скармливанию являются знания физико-механических свойств материала и технологических требований, предъявляемых к нему.

Основные показатели работы молотковой дробилки зависят не только от физико-механических и технологических свойств перерабатываемого материала, его крупности до и после измельчения, а также от конструктивных и механических особенностей самой машины: окружной скорости молотков, величины площади поверхности сита, установленного в камере измельчения, размеров его отверстий и их конфигурации, формы поверхности деки и ее угла охвата рабочей камеры. Важное значение имеют также форма молотков, схема их установки, расстояние от концов молотков до поверхности сита и т. д.

По мнению В. П. Барабашкина [3], несмотря на многие имеющиеся зависимости, фактическая производительность может быть определена только опытным путем, так как она зависит от многих факторов, влияющих на дробление. К тому же

производительность, степень измельчения и потребляемая мощность взаимосвязаны между собой.

В. И. Сыроватка [10] отмечает, что основным параметром дробилки – это диаметр ротора, в значительной степени влияющий на скорость перемещения материала по рабочей поверхности дробильной камеры. Из конструктивных соображений оптимальный диаметр ротора должен быть в пределах 300–500 мм.

Размеры и масса молотков влияют на качество дробления, производительность и потребляемую мощность. Оптимальная конструкция и рациональное расположение обеспечивают максимальный контакт с измельчаемым материалом.

В работе [3] отмечается, что дробящий эффект молотка зависит от его кинематической энергии. Ее можно регулировать путем изменения массы молотка и изменения скорости вращения ротора. Но при этом дробящее действие молотка малой массы, вращающегося с большой скоростью, и молотка большей массы, вращающегося с меньшей скоростью, не будет одинаковым при равной по величине кинетической энергии.

Наибольшее распространение получили плоские прямоугольные молотки. Такая форма способствует нанесению прямого удара по поступающему в дробилку продукту и позволяет удлинить срок службы молотков в результате использования рабочей поверхности всех четырех углов молотка [4]. К тому же с увеличением толщины молотков эффективность разрушения зерна возрастает, особенно при толщине 1–3 мм.

С целью уменьшения содержания крупных фракций в готовом продукте, получения минимальных энергозатрат рекомендуется применять молотки блочной конструкции [9, 12].

Увеличение числа молотков вызывает рост расхода энергии на холостой ход ротора, а также ухудшение использования энергии удара молотка вследствие уменьшения массы порции материала, соударяющейся с молотком [13].

В результате исследований В. Н. Шулятьев установил, что с увеличением числа молотков безразмерные показатели воздушного потока (коэффициенты давления и подачи) возрастают. При установке на четырех осях подвеса 100 молотков коэффициенты давления в 4,4 раза, а коэффициенты подачи в более чем в 2,1 раза выше, чем при работе с 28

ножевыми рабочими органами, что

свидетельствует об увеличении энергии воздушного потока [14].

Не менее важным фактором, влияющим на эффективность процесса дробления, является расстояние между молотками и решеткой. При малых расстояниях можно достичь тонкого измельчения, но расход энергии выше, чем при больших расстояниях [15].

В работе [11] отмечается, что расстояние между решетом и периферийными концами молотков должно составлять 12–14 мм.

Исследователи [2] определили, что оптимальный зазор между концами молотков и решетом – 0,0015–0,002 м, между молотками и элементами колосников – 0,0025 м и зазор между молотками и деками – 0,003 м.

А. Н. Кошелев, Л. А. Глебов [4] подчеркивают, что увеличение зазора между молотками до 3,5 мм приводит к незначительному ухудшению процесса измельчения, а при зазоре 11,5 мм материал практически не измельчается.

По мнению авторов [4, 6, 11, 15, 16 и др.], основным параметром дробилок, определяющим размерные и физико-механические свойства измельченных частиц и, как правило, эффективность процесса дробления, является решето (его живое сечение и размер отверстий). Чем больше размер отверстий в сите и чем больше коэффициент живого сечения, тем больше производительность дробилки.

Литература:

1. Волков И. Е. Механизация и технологии животноводства. Казань : Изд-во Казанской ГСХА, 2003. 206 с.
2. Сысуев В. А., Алешкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент: В двух томах. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. Т. 1. 640 с.
3. Барабашкин В. П. Молотковые и роторные дробилки. 2-е изд. М. : Недра, 1973. 144 с.
4. Кошелев А. Н., Глебов Л. А. Производство комбикормов и кормовых смесей. М. : Агропромиздат, 1990. 432 с.
5. Федоренко И. Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: учебное пособие. Барнаул : Изд-во Алтайского ГАУ, 2004. 180 с.
6. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л. : Колос, 1978. 560 с.
7. Макарец Н. Г. Технологические основы производства и переработки продукции животноводства : учеб. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 808 с.
8. Хусид С. Д. Измельчение зерна на молотковых мельницах. М. : Заготиздат, 1947. 128 с.
9. Халтурин В. С. Совершенствование конструктивных и технологических параметров молотковой дробилки зерна с колосниковой решеткой : дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Халтурин Валерий Семенович. Киров, 1998. 196 с.
10. Сыроватка В. И. Работа молотковых дробилок. // Механизация и электрификация сельского хозяйства : Работы молодых ученых. М. : Колос, 1968. № 1. С. 202–211.
11. Дринча В. М. Применение молотковых мельниц в индивидуальном производстве кормов // Кормопроизводство. 2013. № 1. С. 43–45.
12. Савиных П. А. Повышение эффективности функционирования технологических линий приготовления и раздачи кормов путем совершенствования процессов и средств механизации : дис.. д-ра техн. наук: 05.20.01 / Савиных Петр Алексеевич. Спб. : Пушкин, 1999. 567 с.
13. Михайлов В. А. Результаты экспериментальных исследований дробилки грубых кормов (на измельчении влажных прессованных кормов) // Механизация и электрификация технологических процессов кормопроизводства и кормоприготовления. зерноград, 1980. Вып. 39. С. 46–53.
14. Шулятьев В. Н. Повышение эффективности функционирования нагнетателей-преобразователей технологических линий и технических средств в молочном скотоводстве : дис.. д-ра техн. наук: 05.20.01/ Шулятьев Валерий Николаевич. Киров, 2004. 485 с.
15. Данилин А. С. Производство комбикормов за рубежом. М. : Колос, 1968. 336 с.
16. Алешкин В. Р., Роцин П. М. Механизация животноводства. М. : Агропромиздат, 1985. 336 с.

В работе [8] отмечается, что увеличение эффективной поверхности сита на 5 % приводит к увеличению выхода размольного продукта до 30 %. К тому же увеличение диаметра отверстий решет от 1,5 до 2,0 мм при переработке сухого зерна способствует росту производительности на 10–15 %, а при переработке сырого зерна – на 20–30 %.

Использование сит тощиной более 3 мм удлинит срок службы сита, но ухудшает просеивающую способность. При работе молотковой дробилки с ситом тощиной менее 1,5 мм приводит к быстрому прорыву, так как находится в условиях интенсивного истирания и ударного воздействия [4].

На основании анализа научных публикаций сделаем вывод, что основными системообразующими факторами развития машинной технологии измельчения кормов является дальнейшее изучение физико-механических и технологических свойств перерабатываемого материала, разработка новых способов и рабочих органов молотковых дробилок, обеспечивающих измельчение и сепарацию продукта, за счет рациональной организации воздушного напора в дробильной камере, повышение производительности установки и равномерность помола, а также снижение энерго- и материалоемкости.