

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОРМОДРОБИЛОК МОЛОТКОВОГО ТИПА

А.В. Романенко, студент группы 10Б51

Научный руководитель: Коноводов В.В., к.т.н., проф.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Одна из первых попыток обоснования режима работы молотка как рабочего органа молотковой дробилки, сделана в работе И.В. Макарова (1936 г.), в которой он рассматривает уравнение движения молотка и приходит к выводу, что последний может отклоняться от радиального положения.

Процесс измельчения исследуется давно, однако, до сих пор нет общей теории взаимодействия молотка с зерном. Отсутствие такой теории затрудняет обобщение экспериментальных данных направленных на выявление сложных зависимостей между факторами, определяющими результат измельчения и износ рабочих органов. Этой проблемой занимались такие ученые, как О.Н. Моисеев, Н.М. Севернев, И.Р. Клейс, П.В. Андреев, С.В. Мельников, В.И. Рублев, И.Н. Иваненко, Б.И. Костецкий, Л.Г. Филиппова, Ф.Е. Ялпачик, В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, А.Ю. Албагачиев, Х.Х. Ууэмыйс, А.И. Бойко, Д.К. Батырмухаметов, В.И. Грицаенко и многие другие.

В настоящее время молотковые дробилки используются в 90% всех технологических линий по приготовлению комбикормов. Они наиболее полно удовлетворяют требованиям, предъявляемым к измельчающим машинам, и составляют группу высокоскоростных машин ударного действия [1].

Эксплуатация кормодробилки показала, что минимальный ресурс из всех органов машины имеют молотки. По разным данным срок службы молотков, в зависимости от перерабатываемого продукта, составляет от 72 до 300 часов. Ресурс других рабочих органов на 1-2 порядка выше. Таким образом, самым слабым звеном в дробилке является молоток. Неэффективность использования молотков выражается в выбраковке молотков, пригодных к работе, или использованию изношенных. Это приводит к увеличению расходов оборотных средств на закупку молотков и на оплату электроэнергии.

Повышение надежности работы молотков в сочетании с простотой и надежностью дробилки в целом сделало бы этот тип измельчителей одним из совершенных. Указанные обстоятельства и послужили основой исследования рабочих органов кормодробилок молоткового типа [2].

Рассмотрим простейший молоток пластинчатого типа. Молотки пластинчатого типа просты в изготовлении, однако наблюдается быстрый износ. Учитывая все многообразие и сложность возможных условий изнашивания при ударе, нельзя ожидать аналогии между закономерностями изнашивания при прямом ударе и при проскальзывании зерна по молотку. В период работы молотки (рис.1), преодолевая сопротивления со стороны воздушно-продуктового слоя, отклоняются от своих радиально-равновесных состояний на угол.

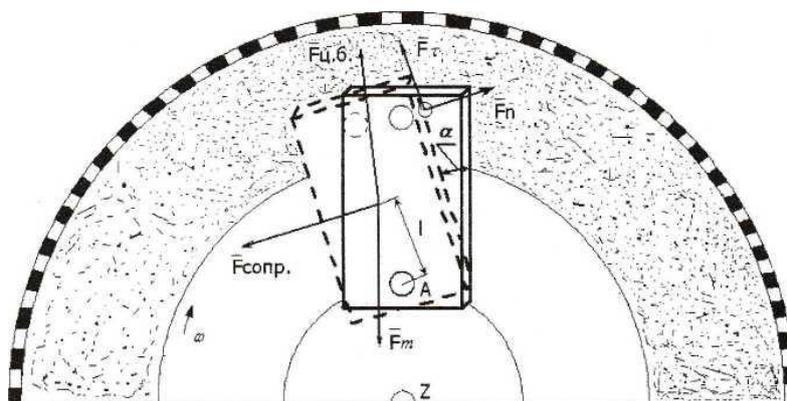


Рис. 1. Схема силового анализ взаимодействия пластинчатого молотка с зерном

При этом сила удара зерна о молоток раскладывается на две составляющие:

1. нормальная составляющая силы удара зерна о молоток, которая в основном и дробит зерно (износ составляет 10% от общего);
2. касательная составляющая, способствует проскальзыванию зерна по молотку, что приводит к интенсивному износу (износ составляет порядка 90%).

При прочих равных условиях угол отклонения молотка от радиального положения зависит от угловой скорости: чем больше угловая скорость, тем меньше угол отклонения, но при этом возникает ряд отрицательных моментов, большой расход энергии и переизмельчение сырья [3].

Для того чтобы исключить проскальзывание зерна по молотку, необходимо изготовить молоток с заранее известным углом наклона боковой (рабочей) грани молотка (рис.2). Молоток при установившемся режиме работы займет положение, при котором рабочая грань будет находиться в радиальном положении. При работе дробилки в установившемся режиме имеют место колебания молотка с весьма малыми амплитудами (вибрация), обусловленная неоднородностью циркулирующего слоя.

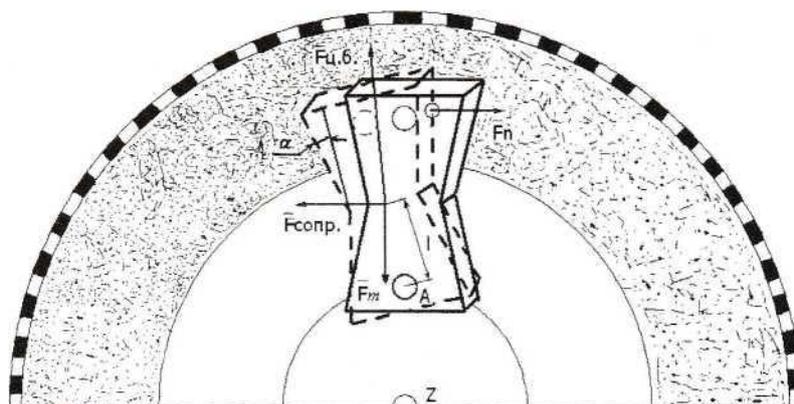


Рис. 2. Схема силового анализа взаимодействия предлагаемого молотка с зерном

Предлагаемая конструкция молотка состоит из пластины в форме двух трапеций, расположенных вдоль продольной оси симметрии молотка и направленных меньшими основаниями к поперечной оси симметрии. При этом угол наклона граней трапеции равен углу отклонения молотка от радиального положения. Так как полностью изготавливать молоток из износостойкого материала с экономической точки зрения не целесообразно, была предложена конструкция составного молотка (рис. 3). Молоток [патент Р.Ф. на изобретение №2270058 Молоток молотковой дробилки / М.И. Филатов, М.И. Бабьева, А.А. Петров //; Опубликовано: 20.02.2006. Бюллетень №5, 2 стр.] состоит, из основания молотка изготовленного из низкоуглеродистой стали, и взаимозаменяемой рабочей грани изготовленной под углом к радиальному положению изготовленного из износостойкого материала.

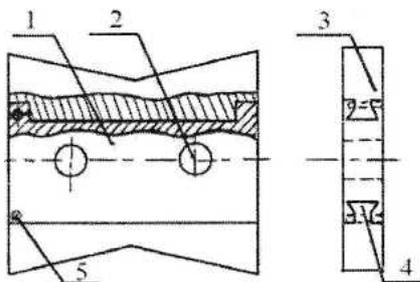


Рис. 3. Молоток молотковой дробилки

Состоит из: основания молотка 1, отверстия 2 для его шарнирной подвески и съемных рабочих граней 3. При этом съемная рабочая грань 3 имеет фигурный выступ 4 в виде ласточкиного хвоста для соединения с основанием молотка 1. Крепление съемной рабочей грани 3 с основанием молотка 1 выполнены с одной стороны тупиково, а с другой фиксируются винтом 5. Данная конструкция молотка практически исключает проскальзывания зерна по молотку, что в свою очередь приводит к уменьшению износа молотка, преобладанию прямых ударов, и в итоге повышению надежности. Но и имеет существенные недостатки: сложность конструкции, высокая скорость износа рабочей поверхности, снижение производительности дробилки.

Проанализировав полученные данные, мы пришли к выводу о создании принципиальной новой конструкции молотка, которая позволит устранить недостатки предыдущих моделей и принципиально изменит характер износа, а также существенно повышает износостойкость и долговечность молотков за счет эффекта самозатачивания.

Решение технической задачи достигается тем, что молоток дробилки, выполненный в виде пластины по форме параллелограмма с отверстиями для его крепления, дополнительно снабжен твердосплавными вставками, закрепленными в гранях рабочих поверхностей, причем вставки выполнены из твердых сплавов марки ВК [4].

Молоток дробилки (рис. 4) выполнен в виде пластины 1 из стали Ст 3 с отверстиями 2 для ее шарнирной подвески, твердосплавные вставки 3 – сплавов марки ВК, например, из ВК-6 или ВК-8, которые располагаются по углам пластины, под острым углом α к рабочим граням и закреплены в них посредством пайки на железоуглеродистом припое.

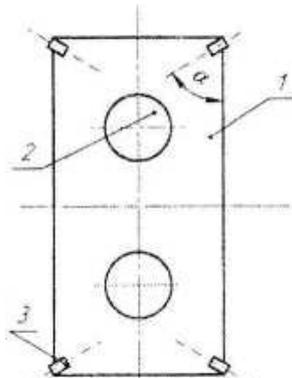


Рис. 4. Молоток дробилки

Молоток дробилки [Патент № 65402 на полезную модель «Молоток дробилки» / В.В. Коноводов, О.Ю. Ретюнский и К.Н. Юдина // Опубликовано 10.08.2007 Бюллетень № 22;] работает следующим образом.

В процессе работы дробилки под воздействием центробежной силы частицы измельчаемого продукта распределяются по периферии барабана, где попадают в зону действия молотка. При взаимодействии с рабочей поверхностью молотка измельчаемый продукт показывает на нее изнашивающее воздействие, которое воспринимается жестко закрепленными в гранях твердосплавными вставками 3 в зоне ее интенсивного износа.

Данное решение позволяет повысить производительность дробилки за счет снижения простоев связанных с заменой ее рабочих органов – молотков и снизить энергопотребление необходимое для производства единицы продукции.

Выводы:

1. Результаты анализа работы кормодробилки и износ ее рабочих органов показал, что наиболее слабым звеном в кормодробилке является молоток. Повышение износостойкости молотка можно добиться, обосновав конструктивные параметры молотка с одновременным применением износостойких материалов.

2. Теоретические и экспериментальные исследования кормодробилки, показали, что молоток отклоняется от радиального положения. В результате отклонения молотка происходит интенсивное проскальзывание зерна по молотку. Для исключения проскальзывания необходимо использовать молоток с заранее известным углом наклона рабочей грани, что в свою очередь позволит уменьшить проскальзывание зерна по молотку, а значит и износ.

3. Для выявления зависимости износа от количества перерабатываемого материала, были изготовлены пластинчатые молотки из стали Ст3 с твердосплавными вставками ВК-6, ВК-8, ВК-15, Т15К20, модифицированного чугуна. При дроблении зерна наиболее износостойким является молоток, изготовленный из стали Ст3, с твердосплавными вставками из ВК-8. Использование молотка до предельного износа позволяет повысить наработку молотка в 3-4 раза.

4. С экономической точки зрения изготовление молотка полностью из износостойкого материала не целесообразно. Предложена конструкция составного молотка, у которого взаимозаменяемая рабочая грань изготовлена из износостойкого материала ВК, а основание молотка из стали 3.

Литература.

1. Пахомов В.С. Модернизация малогабаритной дробилки. Техника в сельском хозяйстве. 1975. №1. – с. 78-80.
2. Баловнев В.И., Пучин К.Г. Универсальные мельницы. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1993. – №7. с. 17-19.
3. Андреев П.В. Исследование износостойкости молотков дробилок при измельчении зерна. Зап. Ленингр. с.-х. ин-та. 1969. т.143. Вып.2. с. 30-34.
4. Короткое В.Г., Антимонов С.В., Зайцева Н.В., Соловых С.Ю. Энергия диссипации в сложном процессе. Тез. докл. Региональной конференции молодых ученых и специалистов. Часть 2. Оренбург, 1997. с. 161-162.