

А. И. Пунько, С. А. Дрозд, И. А. Цубанова, Е. А. Рацкевич

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УДАРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Аннотация. В статье представлены результаты анализа патентов конструкций рабочих органов молотковых дробилок, применяемых для измельчения зернофуража при производстве комбикормов.

Ключевые слова: дробилка зернофуража, рабочие органы, молоток, конструкция.

A. I. Punko, S. A. Drozd, I. A. Tsubanova, E. A. Ratskevich

*EI "Belarusian State Agrarian Technical University"
Minsk, Republic of Belarus*

IMPROVING THE DESIGN OF IMPACT ELEMENTS OF A HAMMER CRUSHER

Abstract. The article presents the results of an analysis of patents for the designs of working parts of hammer crushers used for grinding grain fodder in the production of animal feed.

Keywords: grain crusher, working parts, hammer, design.

Введение

Измельчение является одним из основных и энергоемких процессов механического разрушения зерна на более мелкие частицы для их дальнейшего использования в составе комбикормов. В качестве основного оборудования применяются молотковые дробилки ударного действия. Они являются высокоэффективным ресурсосберегающим оборудованием, способным обеспечивать требуемый по крупности и однородности гранулометрический состав. Дробилки надежны, просты в управлении процессом и в обслуживании [1].

Проблемами совершенствования конструкций, технологии ударного измельчения и разработкой математических методик расчета конструктивно-технологических и энергетических параметров дробилок и мельниц ударного действия занимались известные ученые: В. А. Бауман, В. П. Барабашкин, Э. И. Левданский, В. П. Осокин, Л. А. Сиваченко, В. М. Муртазин и др. [2, 3].

Несмотря на широкое распространение молотковых дробилок, их рабочий процесс недостаточно изучен и требует совершенствования, направленного на снижение энергопотребления и улучшение качества готового продукта. Повышение эффективности использования дробилки может быть достигнуто за счет увеличения срока службы молотков до их предельного состояния и увеличения межремонтного периода.

Основная часть

В последние годы разработаны и применяются новые технические решения для повышения работы молотковых дробилок.

Известно изобретение молотка молотковой дробилки [4], содержащее подвес с отверстием для крепления на роторе, ударную часть с профилированной наружной поверхностью, установленную на подвесе через подшипник и имеющую возможность вращательного движения. Ударная часть снабжена треугольными рифлениями, при этом использован подшипник скольжения, установленный на подвесе по всей длине внутренней поверхности ударной части.

Недостатком данного изобретения является то, что молоток имеет сложную конструкцию и сложен в изготовлении.

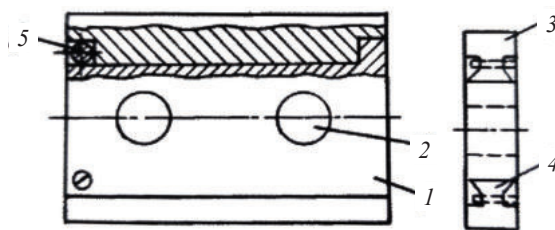


Рисунок 1 – Конструкция молотка по патенту RU 2 270 058 С2

Известно изобретение [5], в котором молоток молотковой дробилки включает в себя основание молотка 1, отверстия 2 для его шарнирной подвески и съемные рабочие грани 3. При этом съемная рабочая грань 3 имеет фигурный выступ 4 в виде ласточкиного хвоста для соединения с основанием молотка 1. Крепления съемной рабочей грани 3 и основания молотка 1 выполнены с одной стороны тупиково, а с другой фиксируются винтом 5. Схема конструкции представлена на рисунке 1.

В процессе работы молоток наносит удары по обрабатываемому материалу съемной рабочей гранью 3, выполненной из высоколегированной стали. Благодаря тому, что съемная рабочая грань 3 выполнена из высоколегированной стали, повышается долговечность и износостойкость, а так как съемная рабочая грань 3 взаимозаменяема, то появляется ремонтпригодность.

Изобретение позволяет повысить долговечность, износостойкость и ремонтпригодность молотка. Недостатком данного изобретения является то, что молоток имеет сложную в изготовлении конструкцию.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и взятый за прототип, является молоток молотковой дробилки [6], он содержит сменную вставку, имеющую форму прямоугольного параллелепипеда, которая крепится при помощи одного болта, установленного в передней грани молотка (рисунок 2). Вставка изготовлена из прочного и жесткого металла, например, из инструментальной стали, твердого сплава и т. п., имеет симметричную форму, что позволяет устанавливать ее, перевернув на 180 градусов, а для прочной фиксации вставки в молотке используется пара штифтов.

Основным недостатком данной конструкции является невозможность применения молотковой дробилки при реверсивном движении молоткового ротора, к тому же конфигурация вставки и в целом молотка не позволяет повысить эффективность измельчения зерна в молотковой дробилке.

Для повышения интенсивности измельчения в молотковой дробилке и снижения эксплуатационных затрат при ее использовании нами предлагается конструкция молотка дробилки, содержащего на противоположных гранях сменные вставки в виде прямоугольного треугольника или прямоугольной трапеции с рифлями треугольного сечения, закрепленные болтами.

Применение съемной вставки с обеих сторон молотка позволяет использовать молотковую дробилку при реверсивном режиме, что увеличивает период между техническим обслуживанием молотков в два раза, тем самым снижая эксплуатационные расходы.

Дополнительно к этому вставка имеет форму прямоугольного треугольника или прямоугольной трапеции, которая позволяет наклонить рабочую грань вставки на угол $\alpha = 20\text{--}30^\circ$ относительно рабочей грани молотка, при помощи которого направляется зерно после удара в сторону деки или решета, что повышает эффективность разрушения зерна. К тому же рабочая грань вставки выполнена в виде рифлей с треугольным сечением, что позволяет повысить разрушающее воздействие молотка на зерно, а также эффективность измельчения.

На рисунке 3 изображен общий вид предлагаемого молотка дробилки.

Молоток состоит из основания молотка 1, отверстия 2 для его шарнирного крепления и съемных вставок 3, установленных на передних гранях молотка, которые служат в качестве рабочих граней и крепятся при помощи болта 4. Вставки выполнены в виде прямоугольного треугольника или прямоугольной трапеции с наклоном рабочей грани вставки на угол $\alpha = 20\text{--}30^\circ$ относительно рабочей грани молотка, из твердого и прочного материала, например, из инструментальной стали, твердого сплава и т. п., а ее рабочая грань имеет рифли 5 треугольного сечения (зона А).

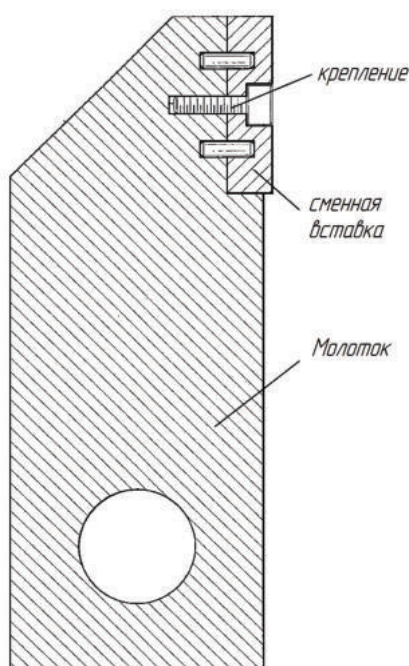


Рисунок 2 – Конструкция молотка по патенту US 0204171
Replaceable insert for hammermill hammer

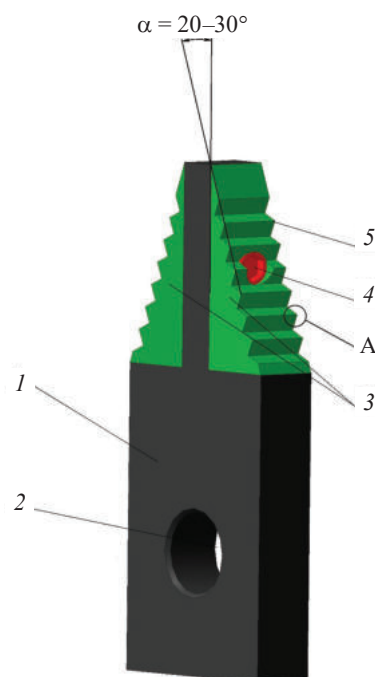


Рисунок 3 – Предлагаемая конструкция молотка

Работа молотка дробилки осуществляется следующим образом. Зерно, попадая в молотковую дробилку, попадает под удар молотков. Рабочей частью молотка являются сменные вставки 3, которые имеют более высокую прочность по сравнению с основанием молотка 1. Разрушительный эффект от удара зерна о сменную ставку 3 увеличивается при помощи рифлей 5 треугольного сечения, изготовленных на рабочей грани сменной вставки 3. После удара зерно направляется в сторону деки или решета при помощи наклона рабочей грани сменной вставки 3, что повышает эффективность разрушения зерна за счет дополнительного удара зерна об деку или решето.

Заключение

Проведенный анализ конструкций молотков позволил определить пути совершенствования для снижения энергоемкости при работе молотковых дробилок.

Реализация предлагаемого изобретения позволяет снизить эксплуатационные расходы и повысить степень разрушения зерна при ударе с молотком, что в свою очередь повышает производительность молотковой дробилки, качество готового продукта, а также уменьшает энергозатраты на дробление зерна.

Список использованных источников

1. Бесполденов, Р. В. Усовершенствование конструкции молотковой дробилки с вертикальным валом ротора / Р. В. Бесполденов, И. Я. Федоренко // Комбикорма. – 2022. – № 1. – С. 39–40.
2. Коношин, И. В. Основные направления и способы совершенствования конструктивно-режимных параметров молотковых дробилок / И. В. Коношин, В. М. Муртазин // Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Орел, 2013. – С. 139–141.
3. Сиваченко, Л. А. Пути совершенствования ударных элементов молотковых дробилок / Л. А. Сиваченко, Н. В. Курочкин // Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в машиностроительной, дорожной и строительной отраслях : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 2023. – С. 240–243.
4. Патент RU 2567512 C1, МПК B02C 13/28. Молоток молотковой дробилки : заявлено 08.07.2014 : опубл. 10.11.2015 / Ю. А. Веригин, Д. О. Зайцев ; заявитель АлтГТУ.
5. Патент RU 2270058 C2, МПК B 02, C 13/28. Молоток молотковой дробилки : опубл. 20.06.2006 / Филатов М. И., Бабьева М. И., Петров А. А. ; заявитель Оренбургский гос. аграрный у-т.
6. Патент US 0204171 A1, B 02, C 13/28. Replaceable insert for hammermill hammer / Matt H. Craven. 25.08.2011.