

УДК 621

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ МОЛОТКОВ ДРОБИЛОК

Остальцева Д.В.^{1,2}

E-mail: usr22361@vyatsu.ru,

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н.В. Рудницкого», г. Киров, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Вятский государственный университет», г. Киров, Россия

Аннотация. Качество подготовки кормов во многом определяется эффективностью обработки зерна в дробилках, где решето и подвижные молотки испытывают в процессе эксплуатации интенсивное абразивное изнашивание. Это приводит к снижению качества обработки материала, а вопросы, направленные на повышение работоспособности быстро изнашиваемых элементов дробилок, являются актуальными. В работе рассмотрено направление использования лазеров для повышения ресурса работы рабочих органов молотковых дробилок. Применение лазерного излучения в процессе обработки поверхности металлических изделий повышает их твердость и износостойкость.

Ключевые слова: молотковые дробилки, лазерное упрочнение, повышение ресурса, износ, молотки

BACKGROUNDS TO DEVELOPING LASER HARDENING TECHNOLOGY FOR CRUSHER HAMMERS

Ostaltseva D.V.^{1,2}

E-mail: usr22361@vyatsu.ru

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N.V. Rudnitsky, Kirov, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Vyatka State University", Kirov, Russia

Annotation. The quality of feed preparation is largely determined by the efficiency of grain processing in crushers, where the sieve and movable hammers experience intense abrasive wear during their operation. This leads to a decrease in the quality of material processing, and the issues aimed at improving the performance of quickly wearing elements of crushers are urgent. The paper considers the direction of using lasers to increase the service life of the working bodies of hammer crushers. The use of laser radiation in the process of working the surface of metal products increases their hardness and wear resistance.



Keywords: hammer crushers, laser hardening, resource increase, wear, hammers

Получение и сохранение высоких экономических показателей и качественной продукции животноводства в значительной степени зависят от рационального кормления животных. Для удовлетворения потребности организма животных в необходимых веществах кормовой рацион должен быть сбалансирован по содержанию основных компонентов. Одним из важных компонентов в рационе высокопродуктивных животных, без которых невозможно полноценное кормление, являются концентрированные корма, получаемые из измельченного зерна различных культур.

Измельчение кормовых материалов может осуществляться различными способами, схемы которых приведены на рисунке 1. В чистом виде приведенные способы встречаются редко, чаще они применяются комплексно, с преобладанием какого-либо одного [9]. Каждый из способов измельчения используется для определенных видов кормов в зависимости от их физико-механических свойств и требований зоотехники. Сухое зерно для приготовления комбикормов обычно измельчают с помощью свободного удара, скалывания или крошения – дроблением [4].

Наибольшее распространение в комбикормовой промышленности получили молотковые дробилки. С их помощью измельчается более 95% всего фуражного зерна в мире [11]. В отличие от барабанных и дисковых измельчителей, они обладают рядом достоинств: компактностью, простым устройством и эффективностью измельчения. Таким образом, молотковые дробилки наиболее полно удовлетворяют требованиям, предъявляемым к измельчающим машинам, и составляют самостоятельную группу высокопроизводительных машин ударного действия.

Из опыта работы измельчающих устройств на сельскохозяйственных предприятиях известно, что среди всех рабочих органов минимальный ресурс



работы в дробилках молоткового типа имеют молотки. Срок их службы, в зависимости от перерабатываемого продукта, составляет от 72 до 300 часов [5].

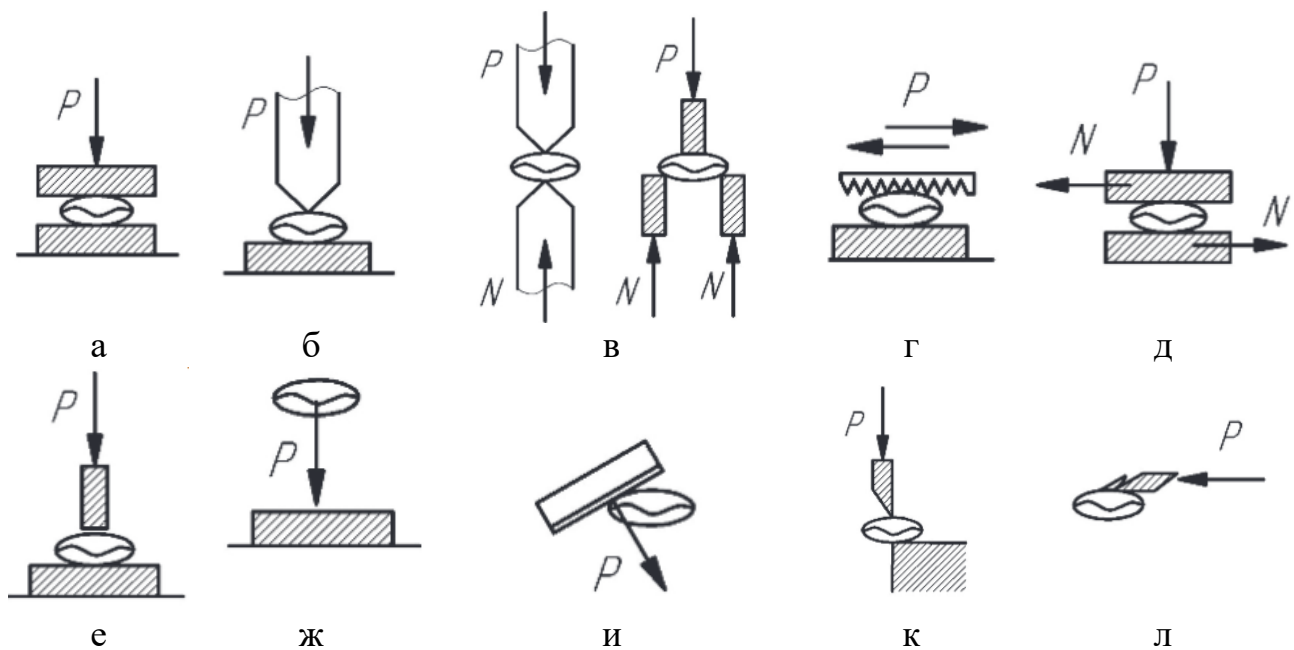


Рисунок 1 – Способы измельчения кормов:

- а – раздавливание (плющение); б – раскалывание; в – разламывание;
 г – распиливание; д – истирание; е – удар стесненный; ж – удар свободный;
 и – резание лезвием; к – резание пуансоном; л – резание резцом

Ресурс других рабочих органов значительно выше. Исходя из этого, можно сделать вывод, что самым слабым звеном в дробилке, с точки зрения надежности, являются молотки. Они работают в достаточно тяжелых условиях, поверхность молотков подвержена постоянному износу и истиранию (рисунок 2а), что приводит к изменению геометрических форм (рисунок 2б). При скользящих ударах наблюдается обкалывание и истирание молотков в месте ударов, а измельченный материал получается с большим содержанием мелких частиц металла. Из-за износа рабочей поверхности молотков ухудшаются показатели качества выполнения технологического процесса измельчения. Это приводит к ограниченному времени их эксплуатации и



необходимости проведения большого количества технических обслуживаний и ремонтов, связанных с контролем состояния и заменой молотков. Кроме этого, необходимо изыскивать средства на приобретение новых молотков [6, 10].

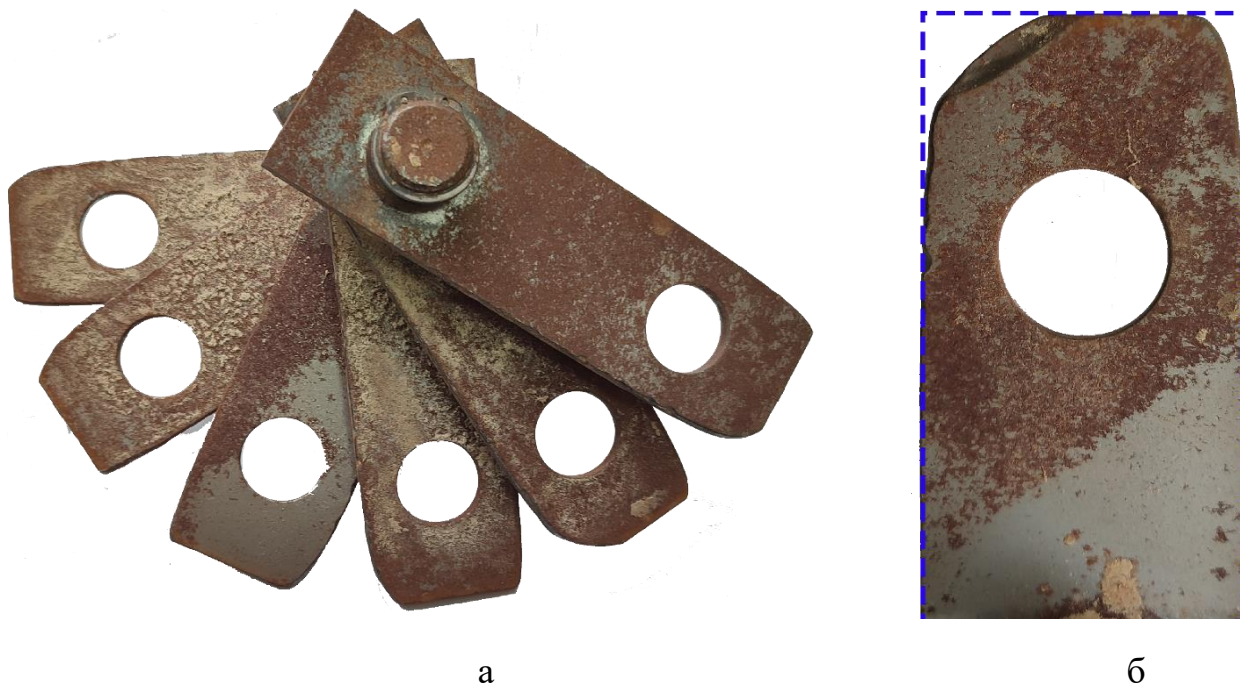


Рисунок 2 – Износ молотков:

а – комплект молотков выработавших свой ресурс; б – отклонение геометрических форм от первоначальных

Повышение надежности молотков путем упрочнения их поверхности в сочетании с простотой конструкции дробилок позволит значительно увеличить наработку дробилок до предельного состояния и снизить затраты на единицу продукции.

В настоящее время на предприятиях для повышения долговечности рабочих органов молотковых дробилок используют различные технологии упрочнения молотков.

Самым распространенным видом упрочнения молотков является объемная закалка. Изготовление детали с помощью данной технологии



занимает до пяти часов, при этом полностью прокаливают деталь, что приводит к внутренним напряжениям и деформации изделия [1].

На втором месте по применению стоит способ упрочнения молотков молотковых дробилок, заключающийся в том, что концы молотка упрочняют с применением технологии наплавки твердым сплавом [8]. Недостатком данного способа изготовления является интенсивный износ поверхностей молотка, на которые не наносится наплавляемый твердый слой и высокая трудоемкость изготовления молотка, так как возникают сложности при необходимости выдерживания точных размеров наплавки.

Еще один из известных приемов упрочнения молотка кормодробилок – это применение технологии плазменного покрытия с последующим печным оплавлением. Суть данного процесса заключается в нанесении на рабочие поверхности нового молотка плазменным напылением самофлюсующихся сплавов с последующим оплавлением в печи [2]. К недостаткам данного способа относятся низкая прочность соединения покрытия с основой, повышенная пористость полученной поверхности и наличие остаточных напряжений в покрытии.

Повысить ресурс работы молотков в кормодробилках предлагается с применением технологий лазерного излучения. Высокие плотности мощности лазерного излучения позволяют получать необходимые свойства обработанной поверхности при минимальной деформации, недоступные при традиционных способах обработки материалов. Технология лазерной обработки поверхностей сплавов относится к локальным методам термической обработки с помощью высококонцентрированных источников нагрева [7]. При этом лазерный луч как источник нагрева при термической обработке материалов имеет черты, свойственные всем другим высококонцентрированным источникам, а также свои особенности и преимущества, такие как:

1. Высокая концентрация подводимой энергии и локальность, позволяющие обрабатывать только поверхностный участок материала, без



нагрева остального объема, нарушения его структуры и свойств. Кроме того, высокая концентрация подводимой энергии дает возможность нагревать и охлаждать обрабатываемый объем материала с большими скоростями при очень малом времени воздействия.

2. Регулирование параметров лазерного излучения в широком интервале позволяет изменять структуру поверхностного слоя и управлять его свойствами, такими как твердость, шероховатость, геометрические размеры обработанных участков.

3. Возможность обработки на воздухе, простота автоматизации процессов, отсутствие вредных отходов при обработке [3].

Таким образом, в настоящее время разработка технологии лазерного упрочнения для повышения надежности молотков дробилок является актуальной научно-технической задачей, отвечающей потребностям агропромышленного производства. Для реализации метода на практике необходимы исследования по разработке технологии термоупрочнения: поиск оптимальных технологических режимов обработки, параметров лазерного излучения.

Список источников

1. Буклагина Г. В. Повышение ресурса рабочих органов молотковых дробилок [Повышение долговечности рабочих органов комбинированным упрочнением рабочих поверхностей] // Инженерно-техническое обеспечение АПК : реферативный журнал. 2009. № 4. С. 1226.
2. Восстановление и упрочнение молотка кормодробилок плазменными покрытиями с последующим печным оплавлением / В. Н. Гадалов, В. Г. Сальников, Б. Н. Квашнин [и др.] // Вестник ВГТУ. 2011. № 9. С.179-181.
3. Гончаров В. С. Методы упрочнения конструкционных материалов. Функциональные покрытия. Тольятти : Издательство ТГУ, 2017. С. 178-181.



4. Дубоделов Р. Н. Основы проектирования и расчет производственно-технологических линий в животноводстве : учебное пособие. Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2018. 226 с.
5. Повышение надежности измельчителей зерновых материалов роторного типа / А. А. Петров, А. Ф. Абдюкаева, Х. С. Кукаев, С. Г. Васильченков // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем : материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Оренбург : Агентство "Пресса", 2022. С. 467-472.
6. Рындин А. Ю., Данилов Д. Ю. Исследование надежности рабочих органов зернодробилки закрытого типа // Карельский научный журнал. 2015. № 1 (10). С.190-192.
7. Технологические процессы лазерной обработки : учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров ; под редакцией А. Г. Григорьянца. Москва : МГТУ им. Баумана, 2006. 664 с.
8. Технология и оборудование термической и химико-термической обработки. Теория и технология термической обработки металлов и сплавов : учебное пособие / Ф. М. Носков, Л. И. Квеглис, М.В. Носков. Красноярск : СФУ, 2018. 334 с.
9. Трухачев В. И., Атанов И. В., Капустин И. В., Грицай Д. И. Техника и технологии в животноводстве : учебное пособие / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. Ставрополь : АГРУС, 2015. 403 с.
10. Ферзуллаев Ф. М., Павлов И. М., Повышение износостойкости бил молотковых мельниц // Молодой ученый. 2021. № 22 (364). С.131-133.
11. Храмовских Н. А., Мацкевич Н. А., Невзоров В. Н. Совершенствование оборудования для дробления зерна // Цели и пути устойчивого экономического развития : сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Уфа : НИЦ Вестник науки, 2021. С. 13-17.

