

УДК 531.926

*О. Ю. Медведев, Н. В. Турубанов, А. Ю. Исупов*

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДРОБИЛКИ ЗЕРНА ОТКРЫТОГО ТИПА С ВЫГРУЗНЫМ УСТРОЙСТВОМ**

Получение качественного продукта в процессе измельчения зерна является актуальной исследовательской работой. Цель исследований заключается в оценке показателей работы дробилки открытого типа с выгрузным устройством. В процессе исследований использовалась методика проведения однофакторного эксперимента. В результате предварительных исследований пропускная способность увеличилась. Статья предназначена для специалистов, занимающихся вопросами измельчения сыпучих материалов.

*Ключевые слова:* измельчение, пропускная способность, выгрузное устройство.

Основными машинами для измельчения фуражного зерна являются молотковые дробилки, которые по конструкции делятся на дробилки открытого и закрытого типов [1; 3].

Дробилки закрытого типа измельчают материал по окружности дробильной камеры, образованной декой и решетом.

В дробилках открытого типа материал удаляется, не замыкая окружность дробильной камеры при измельчении.

Экспериментальные исследования скорости движения воздушно-продуктового слоя в камере дробилки А. М. Карнова позволили утверждать, что с ростом скорости молотков увеличивается толщина слоя продукта, растет скорость слоя пропорционально скорости молотков и примерно составляет (0,3...0,4) ум. Полученные данные подтверждают, что высота и скорость слоя в большей степени зависят от аэродинамики воздушного поля дробилки [4].

Анализ причин неуравновешенности ротора, проведённый В. А. Елисеевым и Н. С. Дорофеевым, показал, что наиболее опасной является неуравновешенность, возникающая в результате неодинакового веса и износа молотков. Для уменьшения динамической неуравновешенности ротора недопустимо, чтобы максимальная разница в весе молотков превышала 5...6 г. Целесообразно оснащать дробилки виброметром, который мог бы сигнализировать об опасной вибрации [2].

С. В. Мельников установил, что зерно, попадая в камеру дробления, под действием ударов молотков почти все отбрасывается в сторону передней деки, при этом после первого удара молотка зерно не разрушается. Для полного измельчения зерна требуется нанести 30...50 ударов [7, 10]. Характерной особенностью рабочего процесса молотковых дробилок закрытого типа являются: многократное ударно-истирающее воздействие рабочих органов на материал, наличие мощного воздушного потока и циркулирующего воздушно-продуктового слоя при ограниченной пропускной способности решета.

На основании данных, полученных экспериментальным путём, С. В. Мельников предложил формулы для определения затрат энергии на дробление корма и определил величины коэффициентов, входящих в эти формулы. При оценке работы дробилки необходимо принимать во внимание оптимальное соотношение трех показателей: затрат энергии на дробление, пропускной способности дробилки и степени измельчения [6].

В процессе исследований исходный материал для исключения примесей предварительно в обязательном порядке подвергается очистке [8].

Получение качественного продукта в процессе измельчения зерна является актуальной исследовательской работой. Целью исследований, представленных в данной статье, является оценка показателей работы дробилки с выгрузным устройством.

Схема дробилки с выпуклым контуром представлена рисунке 1, в которой для снижения удельных энергозатрат, внешняя стенка 6 обводного канала 3, выполненная в виде полуокружности, соединена с декой 7 по прямой.

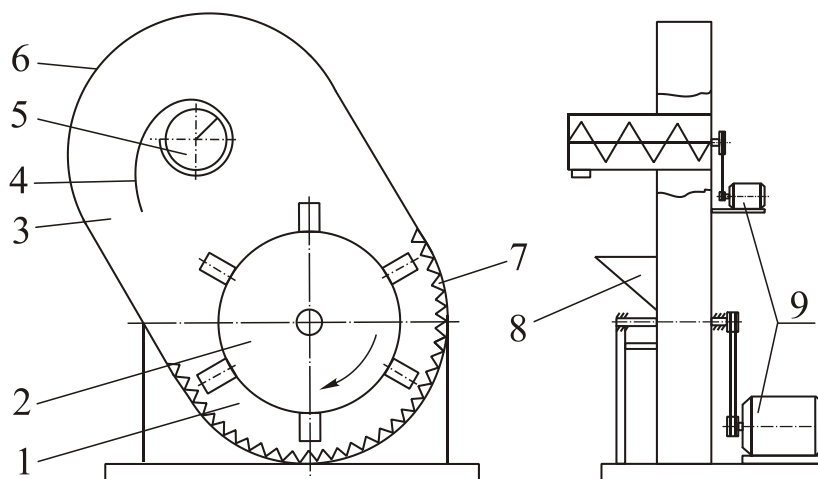


Рис. 1. Схема молотковой дробилки открытого типа с выгрузным устройством:

1 – дробильная камера; 2 – молотковый ротор; 3 – обводной канал; 4 – дефлектор; 5 – шнек; 6 – внешняя стенка обводного канала; 7 – дека; 8 – входная горловина; 9 – электродвигатели

Входная горловина 8 расположена по центру дробильной камеры 1, что позволяет снизить влияние воздушного потока на равномерность поступления измельчаемого материала в дробильную камеру 1 [9]. Привод молоткового ротора 2 и шнека 5 осуществляется электродвигателями 9.

Рабочий процесс дробилки зерна протекает следующим образом. Измельчаемый материал в дробильную камеру 1 подаётся через входную горловину 8. Молотки ротора 2 измельчают материал и выбрасывают его в обводной канал 3. При этом мелкая фракция направляется дефлектором 4 в шнек 5, находящемся в центре обводного канала 3. Более крупные частицы по инерции возвращаются в дробильную камеру 1 по внешней стенке 6 обводного канала 3 на доизмельчение [5].

На рисунке 2 представлен общий вид дробилки.

Для предварительных исследований длину дефлектора установили 365 мм, угол разворота дефлектора  $\alpha=67^\circ$ .

При зафиксированных параметрах провели несколько экспериментов. После испытаний отобрали пробы и рассеяли их на классификаторе РКФ-1.



Рис. 2. Общий вид дробилки

В ходе предварительных исследований дробилки получены следующие результаты: пропускная способность дробилки  $Q=0,90$  т/ч, удельные энергозатраты  $\Xi=1,78$  кВт·ч/(т·ед.ст.изм.), средний размер частиц  $d_{cp}=1,3$  мм, содержание целых зёрен  $m=12...16,4\%$  [5].

Гранулометрический состав готового продукта приведён в таблице, помольные характеристики – на рисунке 3.

Таблица

**Гранулометрический состав готового продукта  
при длине дефлектора  $L=365$**

| Длина де-<br>флектора L,<br>мм |       | Размер частиц, мм |                 |           |           |           |           |           |
|--------------------------------|-------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                |       | до 0,244          | 0,244...0,<br>5 | 0,5...1,0 | 1,0...1,5 | 1,5...2,0 | 2,0...3,0 | 3,0...4,0 |
| 365                            | Pi, % | 4,76              | 8,93            | 5,95      | 13,57     | 55,12     | 8,33      | 3,33      |
|                                | Ri, % | 4,76              | 13,69           | 19,64     | 33,21     | 88,33     | 96,67     | 100,00    |

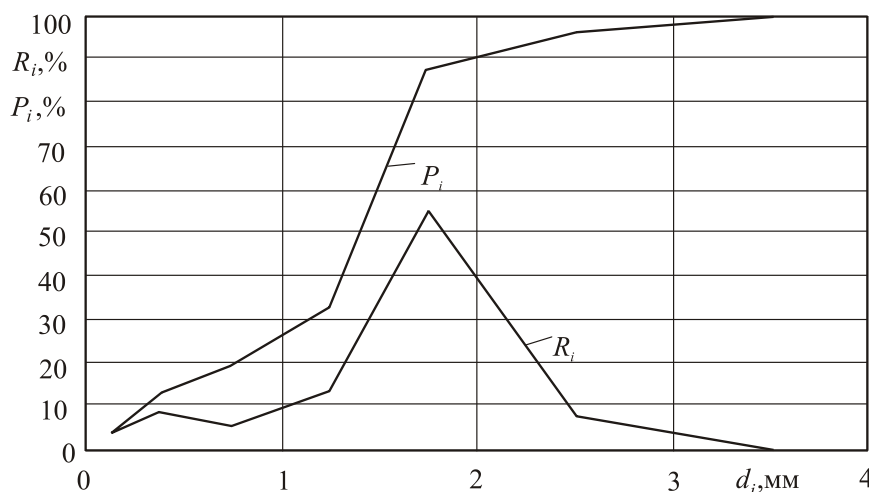


Рис. 3. Помольные характеристики крупности при длине дефлектора  $L=365$  мм

Анализ зависимостей на рисунке 3 показывает, что в пробах содержится большое количество крупной фракции размером 1,5...2,0 мм до 55,12%. Содержание мелкой фракции до 0,244 мм низкое и не превышает 4,76 %.

Выводы:

1. В результате предварительных исследований получили, что пропускная способность увеличилась до 0,90 т/ч, однако качество получаемого продукта при этом не соответствует требованиям ГОСТ.

2. Для снижения процентного содержания целых зёрен и получения продукта, соответствующего всем группам животных, необходимо совершенствовать конструкцию обводного канала.

### Список литературы

1. Галицкий Р. Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. 3-е изд. М.: Агропромиздат, 1990. С. 210–215.
2. Елисеев В. А., Дорофеев Н. С. К вопросу уравнивания ротора молотковой дробилки // Механизация сельскохозяйственных производственных процессов. Воронеж, 1970. Т. 44. Вып. 3. С. 71–80.
3. Завражнов А. И., Николаев Д. И. Механизация приготовления и хранения кормов. М.: Агропромиздат, 1990. 336 с.
4. Карнов А. М. Скорость движения продуктово-воздушного слоя в камере дробилки // Тр. Тульской государственной сельскохозяйственной опытной станции. Тула, 1972. Т. 4. С. 406–413.

5. *Медведев О. Ю.* Повышение эффективности функционирования молотковой дробилки зерна открытого типа путём совершенствования её конструктивно-технологической схемы: дис. ... канд. тех. наук. Киров: ГУЗНИИСХ С.-В., 2006. 162 с.
6. *Мельников С. В.* Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л.: Колос, 1978. 560 с.
7. *Мельников С. В.* Теоретические основы технологии измельчения корма на молотковых дробилках // Земледельческая механика: сб. тр. М.: Машиностроение, 1965. Т. 4. С. 139–152.
8. *Исупов А.* Обоснование параметров и режимов работы устройства для фракционирования и очистки зернового вороха перед плющением: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2013. 20 с.
9. Патент на полезную модель № 48818 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/02. Молотковая дробилка / В. А. Сысуев, П. А. Савиных, А. В. Алёшкин, Н. А. Чернятьев, О. Ю. Медведев. 2 с.: ил.
10. *Сыроватка В. И.* Производство комбикормов в колхозах и совхозах. М.: Россельхозиздат, 1976. 62 с.

**МЕДВЕДЕВ Олег Юрьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и строительной механики, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: teosmech@yandex.ru., usr08307@vyatsu.ru

**ТУРУБАНОВ Николай Валентинович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ТиСМ, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: nikolaytu@mail.ru, usr08307@vyatsu.ru

**ИСУПОВ Алексей Юрьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры ТиСМ, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: usr10468@vyatsu.ru, usr08307@vyatsu.ru