

УДК 631.3

Я. Д. Ведерников, А. А. Зыкин

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДРОБИЛКИ С ТОРЦЕВЫМИ ВИХРЕВЫМИ КАМЕРАМИ

Статья посвящена исследованию и оптимизации рабочего процесса молотковой дробилки. Рассматривалось влияние основных факторов на рабочий процесс дробилки, обеспечивающих получение продукта высокого качества с наименьшими энергетическими затратами. Основная задача экспериментальных исследований заключалась в оптимизации параметров рабочих органов дробилки, а также оценке энергетической эффективности исследуемой дробилкой на основании аэродинамических показателей рабочего процесса. В качестве критериев оптимизации были выбраны следующие показатели: количество вихревых камер и радиус скругления боковой поверхности вихревой камеры. Экспериментальная установка состояла из персонального компьютера, датчика давления, аналого-цифрового преобразователя и чувствительного элемента, помещаемого непосредственно в рабочую среду. Данная дробилка работает следующим образом: подлежащий измельчению материал под воздействием разрежения, создаваемого молотковым ротором и вентилятором, попадает в дробильную камеру, в которой, вследствие вращения ротора, движется по окружности и попадает в торцевые вихревые камеры и периферийную вихревую камеру, проходит вдоль стенок вихревых камер и возвращается в дробильную камеру. При этом вектор скорости материала не будет совпадать с векторами скоростей молотков, следовательно, относительная скорость соударения частиц материала и рабочих элементов дробилки возрастает по сравнению с дробилкой, не имеющей вихревых камер, что интенсифицирует процесс измельчения, ускоряет эвакуацию продукта из дробильной камеры и повышает равномерность готового продукта.

Ключевые слова: дробилка, аэродинамический режим, вихревые камеры

В технологии гранулирования отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности основными машинами являются молотковые дробилки. Простота устройства, надежность в эксплуатации, компактность, универсальность по отношению к измельчаемым материалам обусловили возможность их широкого применения.

Для осуществления процесса измельчения в дробильной камере молотковой дробилки необходимо организовать воздушный поток определенной конфигурации, способствующий своевременному удалению измельченного продукта и подаче свежего материала в необходимом объеме. С помощью воздуха измельченный материал удаляется из дробильной камеры.

Известно что, аэродинамические показатели дробилки непосредственным образом влияют на её пропускную способность [1].

Одним из направлений повышения пропускной способности молотковых дробилок, а также улучшения качества гранулометрического состава готового продукта является установка на них вихревых камер [2, 3].

Дробилка (рисунок 1) работает следующим образом: подлежащий измельчению материал под воздействием разрежения, создаваемого вентилятором 2, попадает в дробильную камеру 4, в которой, вследствие вращения ротора, начинает двигаться по окружности, огибая решето 5. Так как разрежение в торцевых вихревых камерах 7 больше чем в дробильной камере 4, то материал засасывается в них и под действием вихревого воздушного потока огибает стенку вихревой камеры 7 и возвращается в дробильную камеру 4. При этом вектор скорости материала не будет совпадать с векторами скоростей молотков и следовательно относительная скорость соударения частиц материала и рабочих элементов дробилки возрастет по сравнению с дробилкой не имеющей вихревых камер.

Технические науки

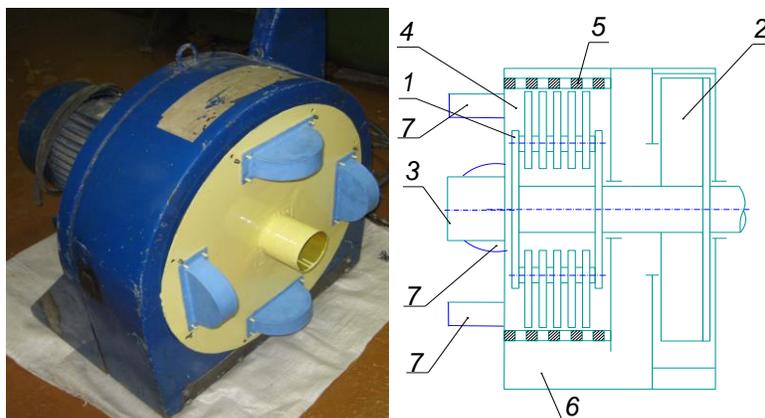


Рис. 1. Общий вид и конструктивно – технологическая схема дробилки с торцевыми вихревыми камерами: 1 – молотковый ротор; 2 – вентилятор; 3 – входной патрубок; 4 – дробильная камера; 5 – решето; 6 – осадительная камера; 7 – торцевые вихревые камеры

Изучались следующие варианты конструкций дробилок:

- 1) дробилка со стандартной крышкой; дробилка с одной торцевой камерой радиусами $R_{в.х.}$ 50, 60, 70, 80 мм;
- 2) дробилка с двумя и четырьмя вихревыми камерами радиусами $R_{в.х.}$ 50 и 80 мм.

Замеры проводились во всасывающем патрубке дробилки, вихревых камерах и непосредственно в дробильной камере. Замеры проводились трубкой Пито-Прандтля. Показания с трубки шли на датчик давления воздушного потока HOLYWELL 15/60, после которого подавались на самописец и далее на монитор компьютера.

План эксперимента представлен в таблице 1.

Таблица 1

План эксперимента и уровни варьирования при исследовании дробилки
с торцевыми вихревыми камерами

Уровни варьирования	Факторы		Отклик (КПД)
	Количество вихревых камер	Радиус вихревых камер, мм	
	$N_{в.х.}$	$R_{в.х.}$	η
Верхний уровень (+1)	4	80	–
Нижний уровень (-1)	2	50	–
1	–	+	0,215
2	+	–	0,201
3	–	–	0,190
4	+	+	0,240

По полученным данным были построены графики изменения скорости воздушного потока в дробильной камере. Наиболее важные из них представлены на рисунке 2.

Схема вихревой камеры с распределением скоростей воздушного потока по объему камеры при номинальном режиме работы дробилки представлена на рисунке 3.

По графикам (рисунок 2) видно, что наибольшая скорость воздушного потока в дробильной камере (38 м/с) наблюдается у варианта дробилки со стандартной крышкой, а наименьшая скорость у варианта с 4 вихревыми камерами радиусом 80 мм (33 м/с).

Технические науки

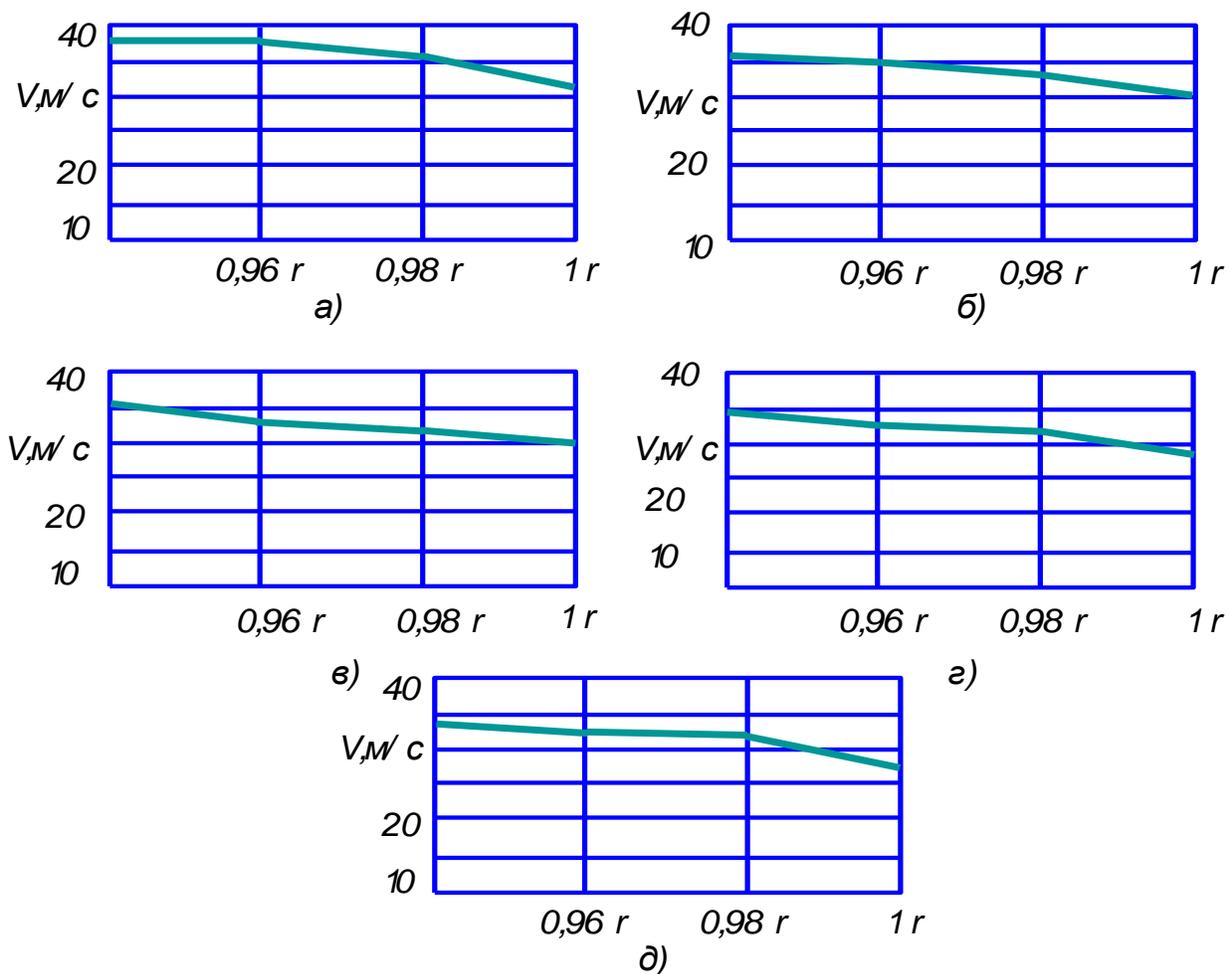


Рис. 2. Графики распределения скоростей в дробильной камере: а) стандартная крышка; б) 2 камеры радиусом 50 мм; в) 4 камеры радиусом 50 мм; г) 2 камеры радиусом 80 мм; д) 4 камеры радиусом 80 мм

В результате обработки полученной информации рассчитаны коэффициенты модели регрессии зависимости КПД от диаметра и количества торцевых вихревых камер

$$\eta = 0,639 - 0,150 N_{\text{в.х.}} - 0,006 R_{\text{в.х.}} + 0,002 N_{\text{в.х.}} R_{\text{в.х.}} \quad (1)$$

Технические науки

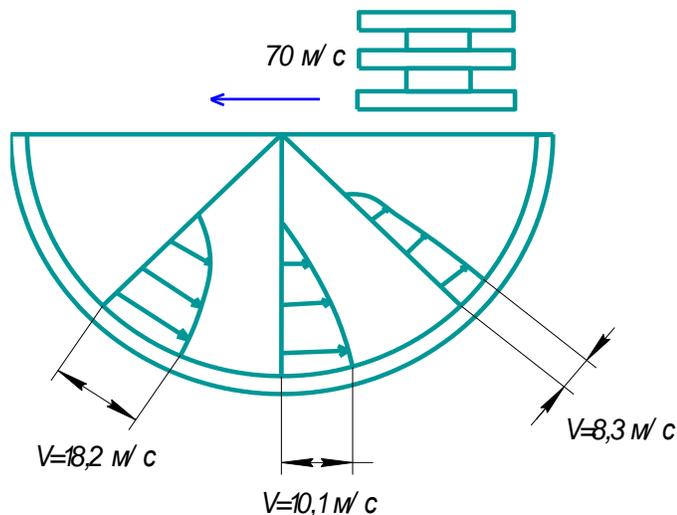


Рис. 3. Направление и изменение скорости воздушного потока в торцевой вихревой камере

На рисунке 4 представлено двумерное сечение поверхности отклика для КПД дробилки с различным количеством и радиусами вихревых камер

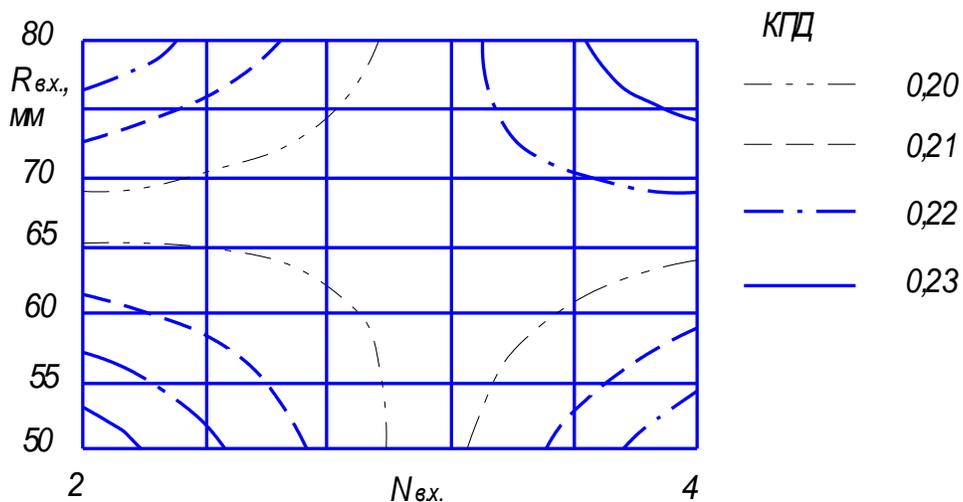


Рис. 4. Двумерное сечение поверхности отклика для КПД дробилки ДКР – 3 с различным количеством и радиусами вихревых камер

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Создание локальных вихрей с торцевой стороны дробильной камеры

позволяет снизить скорость воздушного потока в зоне измельчения на 14% при использовании вихревых камер с радиусом 80мм;

2. Вихревые камеры изменяют вектор первоначального направления воздушного потока, что увеличивает относительную скорость молотков к скорости воздушного потока в дробильной камере.

3. Увеличение радиуса вихревых камер приводит к снижению скорости воздушного потока.

Список литературы

1. Зыкин А. А. Модернизация дробилки ДКР – 3 // Сельский механизатор. – 2011. – № 9. – С. 28–29.
2. Баранов Н. Ф., Зыкин А. А. Форма вихревых камер и скорость воздушного потока в дробильной камере молотковой дробилки // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 9. – С. 39–41.
3. Пат. 2457034 Российская Федерация, МПК В02С13/12. Молотковая дробилка / Н. Ф. Баранов, А.Г. Сергеев, А.А. Зыкин – №2010149351/13, заявл. 02.12.2010; опубл. 27.07.2012; бюл. № 21.

ВЕДЕРНИКОВ Ярослав Дмитриевич – старший преподаватель кафедры Инженерной графики, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: yar2323@yandex.ru

ЗЫКИН Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры Инженерной графики, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: zykina.andrey@mail.ru