

Севостьянов В. С., д-р техн. наук, проф.,
Михайличенко С. А., канд. техн. наук, доц.,
Ильина Т. Н., д-р техн. наук, проф.,
Макридин А. А., соискатель,
Сиваченко Т. Л., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ МНОГОСТЕРЖНЕВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ*

archy@belmail.ru

Показана необходимость разработки измельчителей для переработки вязких, волокнистых, анизотропных материалов низкой насыпной плотности преимущественно органического происхождения. Рассмотрены возможности совершенствования помольных агрегатов ударного действия за счет использования измельчительных элементов в виде набора металлических стержней. Даны варианты исполнения модулей измельчения.

Ключевые слова: измельчитель, стержневые элементы, металлические щетки, пружинные стали, ударный элемент.

Актуальность решаемой проблемы обоснована растущей необходимостью переработки вязких, волокнистых, анизотропных материалов невысокой насыпной плотности, преимущественно органического происхождения: бумаги, картона, древесных отходов, пластмассы, растительных остатков и т.д. [1-4].

Главной задачей в данном научном направлении авторы считают разработку такой конструкции многофункциональных помольных агрегатов, которая позволит реализовать энергоэффективное комбинированное воздействие на перерабатываемый материал (удар, срез, истирание, разрыв и т.д.). Рабочие органы машины должны иметь способность к самоочищению, высокую износостойкость и долговечность, а конструктивное исполнение должна быть простым, надежным и удобным в обслуживании и эксплуатации [5,6].

Проблема измельчения разнообразных материалов в аппаратах ударного действия не может иметь однозначной постановки, что в первую очередь объясняется чрезвычайным многообразием как номенклатуры обрабатываемых продуктов, так, в большей степени, их физико-механических свойств. На предприятиях стройиндустрии для производства строительных материалов и изделий используются мельницы вибрационно-ударного действия, роторно-центробежные измельчители, центробежные помольно-смесительные агрегаты, которые применяются также для комплексной переработки техногенных материалов. В качестве общей характеристики рабочих органов существующих измельчителей можно отметить, что

практически все они имеют монолитные жесткие по классическим критериям ударные элементы, как правило, имеющие значительную массу и развитую рабочую поверхность [7,8].

Нами разработана конструкция роторно-центробежного измельчителя комбинированного действия, который предназначен для помола сухих фиброволокнистых и пористых материалов малой плотности, таких как картон, волокна целлюлозы, отходы (макулатура) бумажной промышленности, древесные опилки и др. (рис.1). Данный агрегат так же может быть использован в производстве теплоизоляционных материалов и изделий [9].

В разработанной конструкции данного агрегата появилась возможность совместить стадии измельчения исходного материала, введения различных добавок и получения готовой продукции.

Измельчитель состоит из двух отдельных помольных блоков: камер грубого (1) и тонкого (2) помола, соединенных между собой перегородкой.

Ротор первой камеры 3, состоит из набора дисков 4, установленных эксцентрично относительно центральной оси в направлении, перпендикулярном оси загрузки. Диски ротора закреплены на оси со смещением относительно друг друга по винтовой линии в направлении выгрузки материала. При этом внутренняя поверхность камеры футерована съемными профилированными пластинами 5, установленными в неподвижных направляющих. На корпусе первой камеры установлено питающее устройство 6.

*Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ (Код проекта НШ-588.2012.8), а также Мин.обр. и науки РФ в рамках программы стратегического развития БГТУ им. В.Г.Шухова на 2012-2016 г. (2011 / ПР-146).

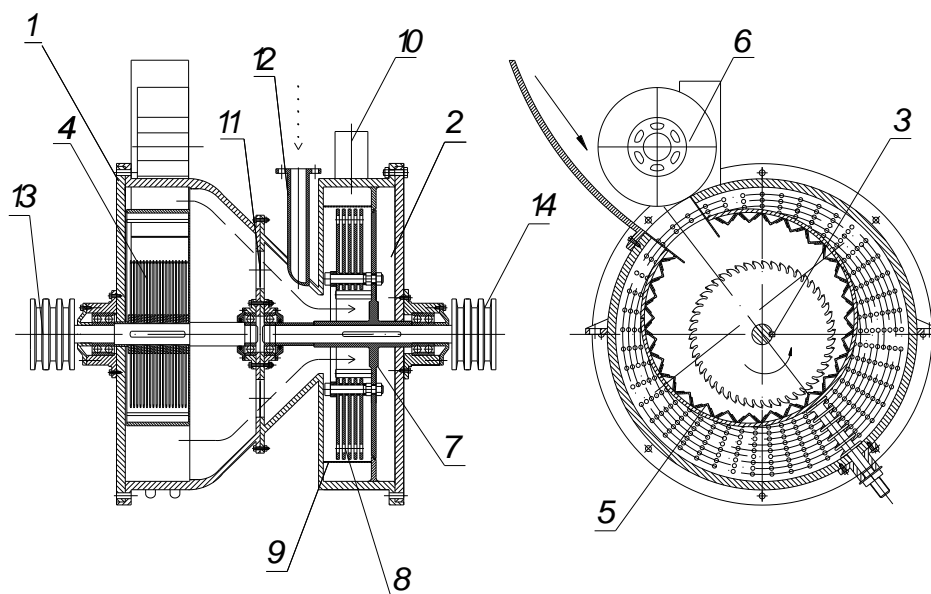


Рис.1. Схема роторно-центробежного измельчителя комбинированного действия

Ротор второй камеры 7 состоит из закрепленных на пальцах и равноотстоящих от центральной оси, пластин – бил 8 с режущими кромками. Ротор расположен внутри сетчатого барабана 9, окаймленного цилиндрической поверхностью второй камеры с тангенциально закрепленным на ней патрубком отвода готовой продукции 10. Разделительная перегородка 11 выполнена с переходными отверстиями. У входа в корпус камеры 2 расположен патрубок 12 для введения различных наполнителей. Ротор каждой из камер имеет индивидуальный привод и приводится в движение электродвигателем через ременную передачу и шкивы 13,14.

Одним из направлений конструктивно-технологического совершенствования агрегатов роторно-центробежного типа является использование в качестве рабочих органов на стадии тонкого измельчения техногенных волокнистых материалов (ТВМ) элементов с развитой поверхностью.

В качестве инженерной гипотезы предлагается концепция использования в качестве рабочих органов измельчителей ударного действия стержневых элементов, выполненных из высокопрочных пружинистых сталей, собранных в пакеты, жгуты, обоймы или щетки таким образом, что их свободные концы (торцы) после размещения на роторе обращены в сторону разрушаемого материала и имеют достаточно плотную посадку.

Одним из наиболее простых вариантов реализации предлагаемой концепции может быть использование в качестве ударных рабочих органов, смонтированных на роторах молотковых

дробилок, иглофрез различных конструкции, отрезков канатов, жгутов и др.

В качестве примера рассмотрим выполнение ударных рабочих органов, смонтированных на роторах молотковых дробилок. По сравнению с рабочими поверхностями традиционных бил металлические иглофрезы коренным образом изменяют весь процесс измельчения. Во-первых, происходит многократное увеличение числа зон воздействий с концентрацией возникающих при этом напряжений во множестве зон разрушаемого материала. Во-вторых, острые торцы иглофрез исключают проскальзывание частиц разрушаемого материала вдоль рабочих поверхностей бил. В-третьих, металлические стержни имеют возможность деформироваться, что создаёт эффект самоочистки и делает процесс переработки материала адаптивным к его физико-механическим свойствам.

Предполагается увеличение износостойкости новых рабочих органов, что связано с высокой прочностью и стабильностью этих характеристик по всей длине иглофрез. Кроме того, рабочие органы в виде иглофрез изготавливаются централизованно для ряда типоразмеров помольных агрегатов и их можно использовать как готовые изделия.

В общем виде измельчительная секция, представленная на рис. 2 и монтируемая на роторе дробилки, включает в себя ступицу 1, диски 2 на которых в серьгах 3, установленных на осях 4, закреплены измельчающие элементы 5 на осях 6. При этом оси 4 выполняют роль шарниров, обеспечивая серьгам 3 угловой поворот в процессе работы, а оси 6 жёстко связаны с охватываемыми их элементами конструкции.

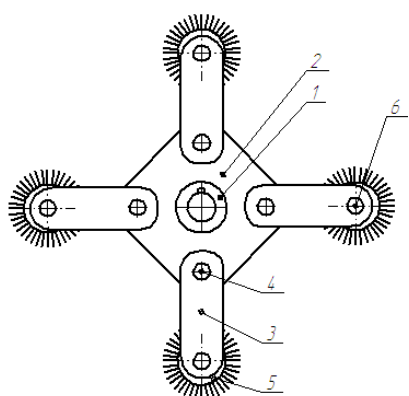


Рис.2. Секция измельчения

Пример выполнения единичного модуля измельчения показан на рис. 3. Измельчающие элементы 5 представляют собой наборы иглофрез, каждая из которых содержит диск 7 с набором металлических стержней 8. При этом ось 4 для исключения осевого перемещения снабжена шплинтом 9, а ось 6 жёстко крепится к серьге 3 болтами 10. Для увеличения ресурса работы измельчающих элементов 5 по мере их износа следует иглофрезы проворачивать вместе

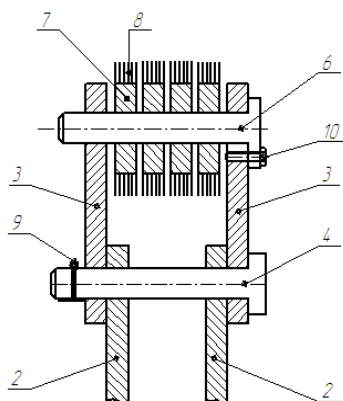


Рис. 3. Модуль измельчения

с осью 6 и фиксировать в новом положении болтами 10.

На рис. 4,5,6 приведены варианты выполнения ударных элементов в виде одной и двух плоских щеток, установленных радиально относительно оси ротора и в виде плоской иглофрезы, смонтированной под углом. В этих примерах держатели 11 выполнены заодно со ступицами 12 и снабжены жёстко закреплёнными на них плоскими иглофрезами 13.

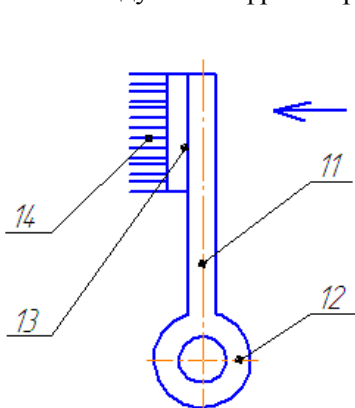


Рис. 4. Ударные элементы с одним элементом иглофрезы

Возможны и другие технические исполнения рабочих органов измельчителей ТВМ в виде иглофрез. Конструктивные особенности иглофрез определяются условиями эксплуатации измельчителей, характеристиками измельчаемого материала и требованиями по качеству готового продукта.

Области использования измельчителей разработанных конструкций весьма широки: измельчение целлюлозно-бумажных отходов для производства эковаты, получение гранулированных стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона; использование волокнистых материалов природного происхождения (отходы деревообрабатывающего производства) для получения древесно-полимерных композитов (ДПК) в гранулированном состоянии, а так же пеллет-гранул для нетрадиционного способа получения биотоплива.

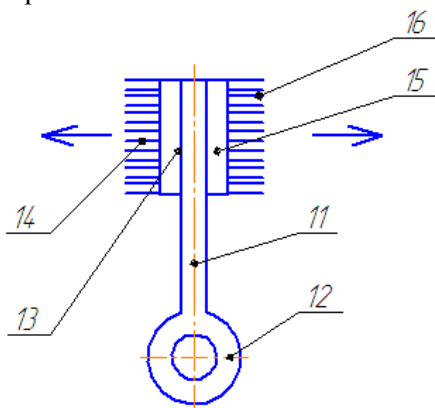


Рис. 5. Ударный элемент с двумя иглофрезами

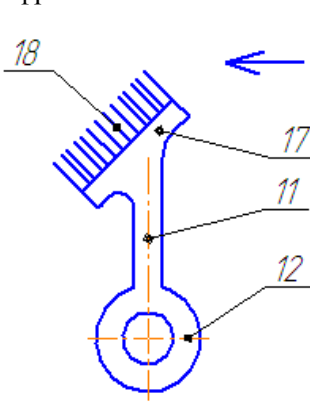


Рис. 6. Ударный элемент с наклонной иглофрезой

На рис. 7 представлена разработанная нами многофункциональная технологическая линия по производству теплоизоляционных материалов на основе переработанного целлюлозно-бумажного сырья.

Данная технологическая линия включает в себя три блока, в состав которых входят участки: для производства эковаты, композиционных теплоизоляционных смесей и различных видов теплоизоляционных материалов, наполнителей, покрытий и изделий. [10-14]

Таким образом, разработанные технические решения являются основой для создания современного высокотехнологичного и энергосберегающего оборудования и его применения в различных областях промышленности, строительства и сельского хозяйства.

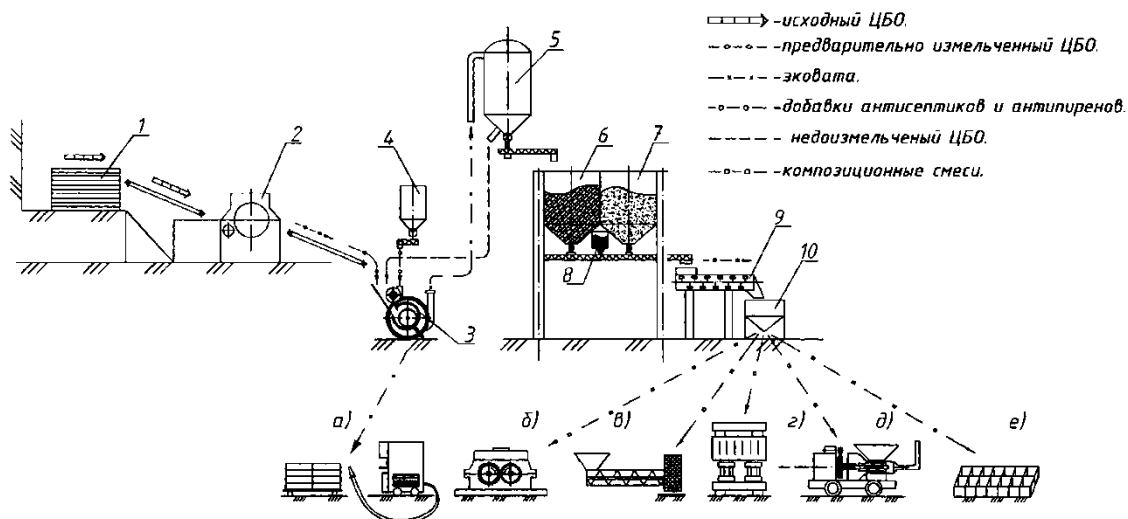


Рис. 7. Технологическая линия по производству различных видов теплоизоляционных материалов и изделий: 1- склад целлюлозно-бумажных отходов; 2- шредер; 3- роторно-центробежный диспергатор комбинированного действия; 4- бункер антипиреновых добавок и антисептиков; 5- циклон осадитель; 6-матерчатый бункер тонко измельченных ЦБО; 7- матерчатый бункер вспомогательных компонентов; 8- бункер добавок; 9- лопастный смеситель; 10- бункер композиционных теплоизоляционных смесей (КТС)

- а) Выдувная машина для укладки эковаты, б) Вальцовый брикетный пресс,
в) Пресс-вальцовый экструдер, г) Вибропресс, д) Торкрет-машина для нанесения теплоизоляционных покрытий, е) Формы теплоизоляционных изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологические модули для комплексной переработки техногенных материалов / С.Н. Глаголев, В.С. Севостьянов, Т.Н. Ильина, В.И. Уральский // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2010. №9. С.43-45.

2. Техника и технология комплексной утилизации целлюлозно-бумажных отходов / В.С. Севостьянов, А.А. Макридин, М.В. Севостьянов, Л.И. Шинкарев // Проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: Междунар. научн.-практ. конф.// Пенза, 2011г.- Пенза: Изд-во ПГТУ. 2011. С. 152-156

3. Свергузова С.В. Проблема накопления и переработка отходов: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. 114с.

4. Свергузова С.В., Юрченко В.А, Горох Н.П. Проблемы утилизации и захоронения отходов: монография. Белгород : Изд-во БГТУ, 2007. 166 с.

5. Ильина Т.Н. Процессы агломерации в технологиях переработки дисперсных материалов: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. 229с.

6. Уваров В.А., Семикопенко И.А., Чемеричко Г.И. Процессы в производстве строительных материалов и изделий: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2005г.121 с.

7. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шахова Л.Д. Техногенные продукты в производстве сухих строительных смесей: монография. Белгород : Изд-во БГТУ, 2010. 93 с

8. Технологические модули для комплексного измельчения материалов / А.В. Уральский, А.В. Колесников, Д.Н. Перельгин, Е.В. Сеница // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2007. № 3. С. 52-55

9. Патент РФ № 2446015 / 27.10.2011. Глаголев С.Н., Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Макридин А.А., Михайличенко С.А. Установка для измельчения волокнистых материалов . 2011. Бюл.№ 6.

10. Богданов В.С., Борщевский А.А., Ильин А.С. Технологические комплексы и линии для производства строительных материалов и изделий. // Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. С.55-58

11. Иванов Г.В. Новый экологический материал – Эковата // Строительные материалы. 1995. №1. С.21-22.

12. Гнип И.Я., Кершулис В.И., Веялис С.А. Теплофизические свойства эковаты // Строительные материалы. 2000. №11. С. 25-27.

13. Шелков Е.М. Техногенные ресурсы и инновации в техноэкологии // Материалы межрегионального и межотраслевого симпозиумов. (Москва, 23-24 ноября 2005г. и 20-21 сентября 2006г.)– М.: ОИВТ РАН. 2008. 351с.

14. Бальзанников М.И., Петров В.П. Экологические аспекты производства строительных материалов и отходов промышленности // Современное состояние и перспективы развития строительного материаловедения: восьмые академические чтения РААСН. Самара: Изд-во РААСН. 2004. С. 47 - 50.