

Ramaniuk N.N., Savluk A.R., Nukeshev S.O.

DRIVING DRUM OF THE TAPE CONVEYOR

Summary

The article deals with improving the reliability of belt conveyors. The technological reliability of their work, along with other factors, is determined by the adhesion of conveyor belt with drive drum. The original design of the drive drums of belt conveyors, the use of which will improve the reliability of their work.

Key words: reliability, tape, pipeline, research, interaction, pulley, slipping, clutch.

УДК 621.926

Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Есипов С.В., Кушнир В.Г.

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова, г. Костанай,
Республика Казахстан*

ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МЕЛЬНИЦА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с переработкой зерна. Предложена оригинальная конструкция центробежной мельницы, использование которой позволит снизить энергоёмкость технологического процесса измельчения зерна.

Ключевые слова: зерно, мука, дробление, центробежная мельница, энергоёмкость измельчения, технологический процесс, оригинальная конструкция.

Введение

В технологиях переработки зерновых масс пшеницы и ржи, а также других культур в продукты потребления - муку и крупу используются соответствующие приемы и способы, обеспечивающие наиболее эффективное выполнение всех необходимых процессов с наилучшим экономическим эффектом. Наиболее энергоёмким и одним из основных является процесс измельчения.

В настоящее время используется большое количество мельничных комплексов, содержащих полный арсенал устройств и механизмов, позволяющих производить подготовительные операции - очистку, сушку, увлажнение и отволаживание, измельчение, отсеивы, сортировку и упаковку муки и побочных продуктов. Как правило, это предприятия, которые перерабатывают зерна разных культур в муку в больших количествах от 30 до 300 тонн в сутки, а также минимельницы производительность которых меньше [1].

Применяется и достаточное количество дробилок, производительность которых больше, а выходной продукт используется для приготовления кормов домашним животным и птице в крупных животноводческих хозяйствах.

Наряду с крупными предприятиями успешно развиваются фермерские хозяйства и малые предприятия аграрного профиля. Их развитие зависит от технического обеспечения.

Кроме того, фермерские структуры, как правило, универсальны. Получают продукты растениеводства, и животноводства, однако их объемы ограничены.

В таких хозяйствах целесообразно использование мельниц и дробилок сравнительно небольшой производительности (10-50 кг/ч) и малой энергоемкости (0,25-1,5 кВт*ч), которые обеспечивали бы получение широкого спектра выходного продукта переработки зерновых культур от сортовой муки до обойной, а также более крупных фракций размельчения. Устройства должны быть также и достаточно компактными [1, 2].

Несмотря на то, что при обозначенных параметрах трудно создать минимальный комплекс, обеспечивающий выполнение всех необходимых технологических операций, связанных с подготовкой перерабатываемого зерна к помолу, разработка и создание мельниц малой энергоемкости, основанных на применении различных видов измельчающих устройств является актуальной.

Цель работы заключается в снижении энергоёмкости технологического процесса измельчения зерна.

Основная часть

Проведенный патентный поиск показал, что известно устройство для измельчения материалов (центробежная мельница) [3], содержащее соединенные между собой ударно-центробежную дробилку и воздушный классификатор, причем дробилка содержит корпус, ускоритель, установленный внутри корпуса на вертикальном валу, отбойные элементы, закрепленные на внутренней поверхности корпуса без зазора по отношению к ней и с образованием с ускорителем зоны дробления, воронку для подачи материала в ускоритель, неподвижно установленную непосредственно над ускорителем с зазором по отношению к нему, трубу для подачи исходного материала в воронку, и патрубки для подачи воздуха в мельницу, расположенные в нижней части корпуса, а воздушный классификатор содержит полый корпус с камерой разделения материала и средства для возврата крупных частиц в ускоритель дробилки для доизмельчения, патрубков для вывода отделенных мелких частиц материала вместе с воздушным потоком, расположенный в верхней части корпуса, при этом воздушный классификатор расположен непосредственно над ударно - центробежной дробилкой и соединен с ней таким образом, что зона дробления дробилки непосредственно сообщается с камерой разделения материала воздушного классификатора.

Однако известная мельница не обеспечивает высокую эффективность измельчения материала. Данный недостаток связан с тем, что вылетающий из ускорителя материал отклоняется вверх восходящим воздушным потоком, создаваемым в мельнице внешним вентилятором, и ударяется об отбойные элементы не под прямым углом. При этом мелкие частицы отклоняются на максимальный угол, что приводит к снижению эффективности измельчения материала.

Известна центробежная мельница [4], содержащая соединенные между собой ударно-центробежную дробилку и воздушный классификатор, при этом дробилка содержит корпус, ускоритель, установленный внутри корпуса на вертикальном валу, отбойные элементы, закрепленные на внутренней поверхности корпуса с зазором по отношению к ней и с образованием с ускорителем зоны дробления, воронку для подачи материала в ускоритель, установленную непосредственно над ускорителем и отбойными элементами с возможностью фиксированного перемещения в вертикальной плоскости, трубу для подачи исходного материала в воронку, и патрубки для подачи воздуха в мельницу, расположенные в нижней части корпуса, а воздушный классификатор содержит полый корпус с камерой разделения материала и средства для возврата крупных частиц в ускоритель дробилки для доизмельчения, патрубков для вывода отделенных мелких частиц материала вместе с воздушным потоком, расположенный в верхней части корпуса, при этом

воздушный классификатор расположен непосредственно над ударно - центробежной дробилкой и соединен с ней таким образом, что зазор между внутренней поверхностью корпуса дробилки и отбойными элементами непосредственно сообщается с камерой разделения материала воздушного классификатора.

Недостатком данной мельницы является невысокое качество готового продукта. Этот недостаток связан с тем, что не весь двухфазный поток, содержащий частицы материала (крупную недоизмельченную фракцию и мелкий готовый продукт), проходя через поворотные лопатки классификатора приобретает тангенциальное ускорение. Часть двухфазного потока попадает в камеру разделения материала через конструктивный зазор между лопатками и течками, и лопатками и цилиндроконической вставкой, не приобретает тангенциальное ускорение, и, соответственно, не подвергается разделению по крупности. В связи с этим часть частиц крупной фракции выводятся из классификатора вместе с частицами мелкой фракции и загрязняют готовый продукт.

Известна центробежная мельница [5], содержащая соединенные между собой ударно-центробежную дробилку и воздушный классификатор, при этом дробилка содержит корпус, ускоритель, установленный внутри корпуса на вертикальном валу, отбойные элементы, закрепленные на внутренней поверхности корпуса с зазором по отношению к ней и с образованием с ускорителем зоны дробления, воронку для подачи материала в ускоритель, установленную непосредственно над ускорителем и отбойными элементами с возможностью фиксированного перемещения в вертикальной плоскости, трубу для подачи исходного материала в воронку и патрубки для подачи воздуха в мельницу, расположенные в нижней части корпуса, а воздушный классификатор содержит полный корпус с камерой разделения материала, в которой расположены средства для возврата крупных частиц в ускоритель дробилки для доизмельчения в виде течек, верхней частью закрепленных на корпусе, цилиндроконическую вставку, поворотные лопатки для закрутки воздушного потока и патрубков для вывода отделенных мелких частиц материала вместе с воздушным потоком, расположенный в верхней части корпуса, при этом воздушный классификатор расположен непосредственно над ударно-центробежной дробилкой и соединен с ней таким образом, что зазор между внутренней поверхностью корпуса дробилки и отбойными элементами непосредственно сообщается с камерой разделения материала воздушного классификатора, причём верхняя часть течек и цилиндрическая часть цилиндроконической вставки выполнены с кольцевыми карманами, а поворотные лопатки своими боковыми частями расположены в этих карманах.

Недостатком этого устройства является высокая энергоёмкость выполнения технологического процесса, так как на протяжку, за счёт создаваемого вентилятором разряжения, воздушного потока затрачивается значительное количество энергии.

Белорусскими и казахскими учеными разработана оригинальная конструкция центробежной мельницы [6] (рисунок 1).

Центробежная мельница содержит соединенные между собой ударно-центробежную дробилку и воздушный, например, центробежно-инерционный классификатор. Ударно-центробежная дробилка содержит нижний корпус 1, ускоритель 2, закрепленный внутри нижнего корпуса 1 на нижнем вертикальном валу 3, который установлен в нижнем корпусе 1 с помощью радиально-упорных подшипников 19, отбойные элементы 4, закрепленные на внутренней поверхности нижнего корпуса 1 с зазором 5 по отношению к ней и с образованием с ускорителем 2 зоны 6 дробления, воронку 7 для подачи материала в ускоритель 2, установленную с возможностью фиксированного перемещения в вертикальной плоскости посредством тяг 8, трубу 9 для подачи исходного материала в воронку 7 и патрубки 10 для подачи воздуха в мельницу.

Воздушный центробежно-инерционный классификатор содержит прикрепленный сверху на нижний корпус 1 полый корпус 11 с камерой 12, выполненной в виде обращенного меньшим основанием вверх полого усеченного прямого кругового конуса, для разделения материала, в которой расположены средства для возврата крупных частиц материала на доизмельчение в виде течек 13 с кольцевым карманом 14, верхней частью закрепленных на полой корпусе 11, цилиндрическую вставку 15, выполненную в цилиндрической части с кольцевым карманом 16, и средства для закрутки воздушного потока с материалом в виде закручивающих лопаток 17, расположенных с возможностью перемещения своими боковыми частями в карманах 14 и 16, и патрубков 18 для вывода мелкой фракции вместе с воздушным потоком, расположенный в верхней части полого корпуса 11.

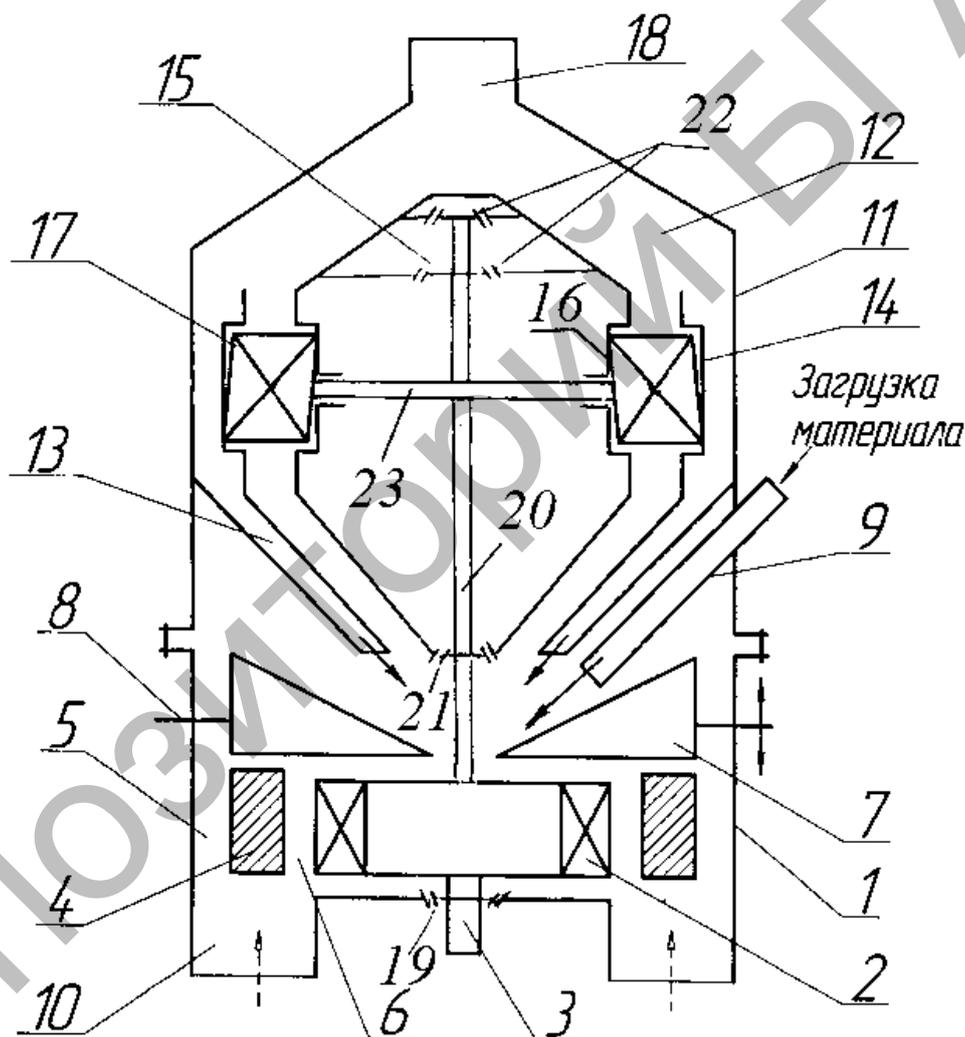


Рисунок 1 – Общий вид центробежной мельницы
(разрез в вертикальной плоскости)

К верхней поверхности ускорителя 2 присоединён верхний вертикальный вал 20, причём его ось симметрии совпадает с осью симметрии нижнего вертикального вала 3 и ускорителя 2. Верхний вертикальный вал 20 установлен в цилиндрической вставке 15 с помощью радиально-упорных подшипников 21 и 22, при этом цилиндрическая

вставка горизонтальной прорезью по кольцевому карману 16 разделена на верхнюю и нижнюю части, в которую вставлен закреплённый на верхнем вертикальном валу 20 горизонтальный диск 23, к ободу которого прикреплены закручивающие лопатки 17 с возможностью их вращения вместе с диском 23.

Центробежная мельница работает следующим образом.

На выходе патрубка 18 создают разряжение, например, внешним вентилятором, которое обуславливает движение воздушного потока с расчетной скоростью в мельнице (в дробилке и классификаторе) снизу вверх. Затем посредством электропривода ускорителю 2 ударно центробежной дробилки придают вращение с требуемой скоростью и подают в него исходный материал по трубе 9 и через воронку 7. За счет центробежных сил, возникающих во вращающемся ускорителе 2, частицы материала приобретают ускорение, вылетают из него, ударяются об отбойные элементы 4 и разрушаются на куски разной крупности. Благодаря тому, что воронка 7 установлена с возможностью фиксированного перемещения в вертикальной плоскости, существует возможность изменять аэродинамическое сопротивление зазора между ней и отбойными элементами 4. Это позволяет установить воронку 7 с таким зазором, чтобы его аэродинамическое сопротивление обеспечивало разделение воздушного потока, обтекающего отбойные элементы 4 вверх и вниз, на равные по величине части. Вследствие этого значительная часть материала, вылетающего из ускорителя 2, ударяется об отбойные элементы 4 под прямым углом. Под воздействием гравитационной силы частицы материала попадают в патрубки 10 для подачи воздуха в мельницу, подхватываются воздушным потоком и через зазор 5 выносятся в классификатор. Часть мелких частиц с воздушным потоком, обтекающим отбойные элементы 4 вверх, попадает в классификатор из зоны 6 дробления через зазор между отбойными элементами 4 и воронкой 7. Затем частицы материала разной крупности вместе с воздушным потоком перемещаются вверх по направлению к камере 12 разделения материала. Проходя через кольцевой канал, в котором под определенным углом к горизонту установлены закручивающие лопатки 17, двухфазный поток приобретает тангенциальное ускорение, вследствие чего в камере разделения на частицы материала действует центробежная сила. Одновременно на частицы действует сила аэродинамического сопротивления, создаваемая воздушным потоком. Для крупных частиц воздействие центробежной силы превышает воздействие силы аэродинамического сопротивления. Поэтому крупные частицы отбрасываются к стенке полого корпуса 11, под действием гравитационной силы вдоль нее перемещаются вниз, и по течкам 13 и через воронку 7 попадают в ускоритель 2 дробилки на доизмельчение. Для мелких частиц воздействие силы аэродинамического сопротивления превышает воздействие центробежной силы, и они вместе с воздушным потоком выводятся из мельницы через патрубок 18, который связан со стандартными устройствами для отделения мелкой фракции (готового продукта) от воздушного потока: циклоны или промышленные воздушные фильтры.

Благодаря тому, что закручивающие лопатки 17, своими боковыми частями расположенные в карманах 14 и 16, вращаются вместе с диском 23, валами 20 и 3 весь двухфазный поток проходит в камеру разделения материала через закручивающие лопатки 17, подвергается закрутке и приобретает тангенциальное ускорение, в результате чего происходит разделение частиц всего материала на крупную и мелкую фракции, что исключает попадание крупной фракции в готовый продукт и, тем самым, обеспечивается повышение качества готового продукта. Одновременно с этим, благодаря вращению закручивающих лопаток 17, создается дополнительная тяга воздушного потока в его наиболее суженной и склонной к забиванию части, что позволяет многократно снизить создаваемое в патрубке 18 разряжение, существенно снижая энергоёмкость процесса.

Выводы

Наиболее трудоемкими и энергоемкими процессами в технологии переработки зерновой культуры являются дробление и измельчение, поэтому требуется разработка конструкций машин, способных уменьшить энергозатраты на эти процессы. Предложена оригинальная конструкция центробежной мельницы, использование которой позволит снизить энергоёмкость технологического процесса измельчения зерна.

Литература

- 1 Чуркин, В.А. Повышение эффективности помола зерновых культур путем совершенствования конструктивно-технологических параметров центробежно-ударных мельниц малой энергоемкости : дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.А. Чуркин. – Саратов: 2006. – 153л.
- 2 Самойлов, В.А. Центробежно-ударная мельница для переработки зерна / Самойлов В.А., Невзоров В.Н., Ярум А.И. // Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/all/konferenc/konferenc/2015/f13.pdf>. Дата доступа: 18.09.2016.
- 3 Патент РФ на изобретение №2297283, МПК В02С 23/12, 2007.
- 4 Патент РФ на полезную модель №94170, МПК В02С 23/12, 2010.
- 5 Патент РФ на изобретение №2498858, МПК В02С23/12, 2013.
- 6 Центробежная мельница : инновационный патент на изобретение 29381 А4 Респ. Казахстан, МПК В 02 С 23/12 / М.Ф.Баймухамедов (KZ); В.Г.Кушнир (KZ); О.А. Бенюх (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); В.Н. Романюк (BY) ; заявитель Учреждение «Костанайский социально-технический университет имени академика Зулхарнай Алдамжара». – № 2014/0215.1; заявл. 27.02.2014; зарегистрир. 25.12.2014// Государственный реестр изобретений Республика Казахстан. – 2014. – Бюл. №12.

Ramaniuk N.N., Aheichyk V.A., Esipau S.V., Kushnir V.G.

CENTRIFUGAL MILL FOR PROCESSING OF GRAIN

Summary

The article deals with issues related to the processing of grain. An original design of a centrifugal mill, the use of which will reduce the energy intensity of the process of grinding grain.

Keywords: grain, flour, milling, centrifugal mill, grinding energy consumption, technological process, the original design.