SECTION V. AGRICULTURAL SCIENCES

Сатаев М.И.¹, Азимов А.М.², Алексеева Н.В.², Аширбаев Ж.С.¹, Дунсебаев Ш.Е.¹,
Искандаров З.С.³

Оптимизация технологии сепарации ядер от дробленной скорлупы фруктовых косточек

¹ТОО «InnovTechProduct»

²НАО ЮКУ имени М.Ауэзова

³ООО «ECO AGRO INDASTRIUS NO HAU»
(Казахстан, Шымкент)

doi 10.18411/gq-31-03-2021-18

idsp sciencerussia-31-03-2021-18

Аннотация

Разработана технология сепарации ядер от дробленной скорлупы. Определены технологические и режимно - конструктивные параметры оборудования для сепарации скорлупы и ядра. Ядро будет классифицироваться на три дисперсности: порошок, средний разбитый, целый. В разработанной технологии перемещение и разделение сепарируемого ядра лентой, по меньшей мере, на двух уровнях наклонных лент, на которых сепарируемое ядро за счет наклона поверхности ленты одновременно ворошат и смещают к отсекателям, смонтированным в нижней части каждой ленты под углом к направлению перемещения сепарируемого материала, при этом на каждом уровне часть сепарируемого ядра, не превышающего габариты выполненных в ленте гнезд, определяющих размер отсепарированной фракции, отделяют от основного потока, захватывают и отводят в соответствующие приемники, а оставшуюся часть потока сепарируемого ядра при помощи лотков направляют на следующий уровень сепарации. Использование предлагаемой технологии сепарации позволяет повысить технологические возможности сепаратора, повысить эффективность процесса сепарации за счет использования нескольких уровней сепарации с последовательным отделением различных фракций сепарируемых ядер фруктовых косточек и повысить выход годной продукции.

Ключевые слова: сепаратор, фруктовых косточек, фракция, ядер фруктовых косточек, дробление скорлупы

Южный регион Казахстана является крупным производителем фруктов. Только в Мактааральском районе в 2019 году Южного Казахстана собрали более 2700 тонн фруктов и винограда. Собранный урожай (виноград, абрикос, персик, слива, вишня) экспортируется в другие районы Казахстана и за границу. В Казахстане нет предприятий производящих продукцию из фруктов: из мякоти – сухофрукты; из скорлупы косточек – активированный уголь; из ядер косточек – косметическое и пищевое масло. Импорт сухофруктов составляет 98%, активированного угля – 99%, косточкового масла – 100 %. Одним из главных преимуществ фруктов юга Казахстана высокая сахаристость и аромат, выращенные в сухом, жарком климате фрукты максимально накапливают сахарозу и фруктозу.

В ТОО «InnovTechProduct» ранее исследованы и детально описаны продукты переработки фруктов Южного Казахстана - абрикоса, персика, слива, вишня, включая мякоть фруктов, ядро фруктов и масел полученное из ядер, их применения и полезные качества.

Разработаны процессы химической и термической активации скорлупы фруктовых косточек с целью получения активированного угля. Определены оптимальные параметры режима химической активации: концентрация хлорида цинка,

время и температура, а также термической активации: температура газа, скорость подачи, время, скорость вращения печи. Разработаны математические модели химической и термической активации скорлупы фруктовых косточек. Разработана эффективная конструкция вращающейся термопечи с высоким коэффициентом полезного действия по теплоотдаче. Получен опытно-промышленный образец активированного угля из скорлупы фруктовых косточек.

Авторы разработали оборудование и технологию отделения мякоти от косточек, дробления косточек и сепарации ядер от дробленной скорлупы.

Сепарирование выполняется с помощью сепараторов различного типа, они разделяются в соответствии с технологическим назначением и областью применения (рисунок 1) [1].

Рисунок 1. Классификация сепараторов различного действия

В ситовых сепараторах крупа проходит через ситовый канал, образованный плоским ситом, двумя продольными и одной поперечной стенкой. Просеивание как заключительная стадия сепарирования происходит из нижнего слоя. Поэтому, когда сыпучее тело имеет значительную толщину по сравнению со средним размером частиц, необходимо, чтобы в нижний слой погружались частицы, подлежащие просеиванию. Если такие частицы «всплывают», например, при их меньшей плотности по сравнению с окружающими, то для эффективного сепарирования необходимо перемешивать сыпучее тело или уменьшить его толщину до размера одной-двух частиц [2].

Пневмосепараторы служат для разделения (сепарации) воздушным потоком частиц материала на фракции по аэродинамическим свойствам (парусности) и удельному весу.

Благодаря этим машинам воздух, помимо чисто транспортных и аспирационных функций, выполняет очень важные технологические задачи по очистке и сортированию материалов [3]. Основные рабочие органы воздушно-ситовых сепараторов – плоские сита, приводимые в возвратно-поступательное движение (реже в круговое поступательное), колебателями эксцентрикового или самобалансного типов. Как правило, в сепараторах предусмотрена двойная воздушная очистка. Таким образом, основными рабочими элементами сепараторов служат сита с отверстиями различных размеров и форм и воздушный поток определенной скорости [4].

Технология сепарации ядер фруктовых косточек включает подачу сепарируемого ядра на наклонно расположенную ленту, перемещение ядра лентой, разделение ядра на фракции и отвод от сепарированного ядра в соответствующие приемники. Перемещение и разделение сепарируемого ядра осуществляют, по меньшей мере, на двух дополнительных уровнях наклонных лент. На каждом из уровней сепарируемые ядра за счет наклона поверхности ленты одновременно ворошат и смещают к отсекателям, смонтированным в нижней части каждой ленты под углом к направлению перемещения сепарируемого ядра. На каждом уровне часть

сепарируемого ядра, не превышающего габариты выполненных в ленте гнезд, определяющих размер отсепарированной фракции, отделяют от основного потока, захватывают и отводят в соответствующие приемники, а оставшуюся часть потока сепарируемого ядра при помощи лотков направляют на следующий уровень сепарации. Гнезда на лентах выполняют с размерами, равными 0,3-1,2 диаметра сортируемого ядра, при этом на каждой последующей наклонно расположенной бесконечной ленте гнезда по размерам выполняют больше предшествующих гнезд на 20-50%. Гнезда на наклонно расположенных лентах выполняют круглыми, либо в виде вытянутых овалов. Угол наклона бесконечных лент выполняют равным 35-75 градусов к горизонту. Технический результат – повышение эффективности разделения частиц сыпучих ядер на несколько фракций, а также увеличение производительности сепарирования и повышение выхода готовой продукции.

В разработанной технологии перемещение и разделение сепарируемого ядра лентой, по меньшей мере, на двух уровнях наклонных лент, на которых сепарируемое ядро за счет наклона поверхности ленты одновременно ворошат и смещают к отсекателям, смонтированным в нижней части каждой ленты под углом к направлению перемещения сепарируемого материала, при этом на каждом уровне часть сепарируемого ядра, не превышающего габариты выполненных в ленте гнезд, определяющих размер отсепарированной фракции, отделяют от основного потока, захватывают и отводят в соответствующие приемники, а оставшуюся часть потока сепарируемого ядра при помощи лотков направляют на следующий уровень сепарации.

Так, разделение сепарируемого ядра лентой, по меньшей мере, на двух уровнях наклонных лент позволяет при наличии нескольких дополнительных наклонных бесконечных лент последовательно начиная с меньшего размера за счет выполнения гнезд в ленте разного размера разделить сепарируемое ядро на несколько фракций, осуществить качественную сепарацию ядра с заданными размерами частиц и определить, какой отсепарированный продукт можно использовать, а какой удалить в отходы. Используя наклон лент и осуществляя многократное ворошение и смещение сепарируемого ядра к отсекателям, смонтированным в нижней части каждой ленты под углом к направлению перемещения, достигается качественная сепарация ядра, повышающая выход годной продукции. Используя последовательный на каждом уровне захват гнездами лент заданной по размерам части сепарируемого ядра и ее отделение от основного потока с отводом в соответствующие приемники, можно осуществить полную сепарацию с разделением потока сепарируемого ядра на заданные фракции.

Ниже на рисунках 2 представлены сепаратор, при помощи которого осуществляется предлагаемая технология сепарации ядер фруктовых косточек.

Рисунок 2. Сепаратор

Таблица 1.

Технологические показатели работы сепарации

Наименование материала	Продукты (фракции) сепарации, мм	Площадь сетки, м ²	Производительность, кг/ч	Извлечение мелкой фракции в подрешетном продукте, %
Абрикос	2-5	2	400	99,7
Слива	2-5	2	400	93,4
Персик	2-5	2	400	80,0
Вишня	2-5	2	400	71,7

Использование предлагаемой технологии сепарации позволяет повысить технологические возможности сепаратора, повысить эффективность процесса сепарации за счет использования нескольких уровней сепарации с последовательным отделением различных фракций сепарируемых ядер фруктовых косточек и повысить выход годной продукции.

На рисунке 3 представлена зависимость интегральной функции Гамма распределения сыпучего материала от размера частицы.

Рисунок 3. Зависимость интегральной функции Гамма-распределения сыпучего материала от размеров отверстий решета

Анализ представленной зависимости показывает, что в исходном материале содержится в долях более 0,87 частиц размером менее 3 мм, которые должны быть выделены из материала при сепарировании. Причем, из них частиц имеющих размер до 1 мм - 0,43, от 1 до 2 мм - 0,3, и от 2 до 3 мм - 0,145. Около 0,13 в исходном материале содержится непроходных частиц с размером более 3 мм.

Теоретические предпосылки позволили оценить вероятность содержания проходных частиц после прохождения материала по одной ступени рабочего органа. Для их подтверждения были проведены экспериментальные исследования на лабораторной установке с одной работающей ступенью длиной 0,125 м. После обработки экспериментальных исследований получена графическая зависимость содержания проходных частиц в продукте после сепарации (рис. 4), имеющих размер менее 3-х мм (диаметр отверстия сепарирующей поверхности).

1 - экспериментальная; 2 - теоретическая при длине конуса $p = 0,125$ м.

Рисунок 4. Зависимость содержания проходовых частиц в продукте после сепарации на ступени от их размеров

Для сравнения на рисунке 4 представлена теоретическая зависимость вероятности содержания проходовых частиц после сепарации при длине конуса $r=0,125$ м, полученные путем совместного решения дифференциальных уравнений 2 - 5 и выражений 6 и 8. Анализ приведенных графиков показывает достаточную сходимость теоретических и экспериментальных данных. Некоторое различие между экспериментальными и теоретическими результатами можно объяснить тем, что теоретические зависимости не учитывают сепарацию внутри слоя, взаимодействие частиц между собой и толщину слоя, которая изменяется по мере прохождения продукта по поверхности. Наибольшая разница между результатами экспериментальных и теоретических исследований наблюдается для частиц имеющих размер более 0,75 мм. Это можно объяснить тем, что частицы с большим размером имеют меньшую взаимосвязь между собой и, следовательно, приобретают большую скорость относительно сепарирующей поверхности и тем самым затрудняется их проход через отверстия.

1. Сидоров, Ю.Д. Технохимический контроль пищевых производств [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Ю.Д. Сидоров, Д.З. Давлетбаева, М.А. Поливанов. – Электрон. текст. дан. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. – 135 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/63508.html>.
2. Азбель, Г.Г. Вибрации в технике Вибрационные процессы и машины: справочник; в 6-ти т. ; Т. / Г.Г. Азбель, И.И. Блехман, И.И. Быховский и др. ; под общ. ред. Э.Э. Лавендела. – М. : Машиностроение, 1981. – 509 с.
3. Пневматические сепараторы, их назначение и сущность процесса [Электронный ресурс] // Информационный портал "Пищевик". – Режим доступа : <http://mppnik.ru/publ/1638-pnevmaticheskie-separatory-ih-naznachenie-i-suschnost-processa.html>.
4. Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов : в 3 кн. Кн. 1 / М38 СТ. Антипов и др. ; под ред. акад. РАСХН В.Н. Панфилова, проф. В.Я. Грудупова. – Минск : БГАТУ, 2007. – 420 с.
5. RU 2148440 C1, 10.05.2000
6. RU 2275255 C2, 27.04.2006.