

# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ТКО С ВЫДЕЛЕНИЕМ И ОБОГАЩЕНИЕМ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

*Л.А. Сиваченко<sup>1</sup>, А. В. Щур<sup>1</sup>, М.С. Кузьменкова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Белорусско-Российский университет*

*<sup>2</sup>Барановичский государственный университет*

Рассмотрены основные проблемы обращения с отходами. Предложена установка для переработки сложной многокомпонентной смеси, характеризующейся неоднородностью по составу и свойствам. Описана технологическая гипотеза разрабатываемого оборудования для переработки твердых коммунальных отходов.

Ключевые слова: отходы, фракция, сортировка, деформации, гибкая волновая рабочая камера, многокомпонентные смеси, грохочение, обогащение.

В настоящее время в городских коммунальных системах обострились проблемы с утилизацией твердых коммунальных отходов (ТКО), связанные с наличием в них значительной части органической составляющей. Последние в большом количестве попадают во внешнюю среду, пройдя длительный путь от источника до специального полигона. На всех этапах этого пути они представляют серьезную эпидемиологическую опасность, усугубляемую развитием присутствующей патогенной фауны, выполняющей роль активного разносчика.

Известно много направлений переработки, утилизации и использования ТКО, например, сжигание, получение биогаза, получение на их основе строительных и других материалов и т.д. но все они являются не только сложными и дорогостоящими, но и экологически опасными.

Захоронение несортированных отходов порождает целый ряд серьезных экологических проблем. Во-первых, послойное пересыпание слоев ТКО такими же объемами минеральной породы (грунта) не защищает полигон от постоянных возгораний, во-вторых, территория полигона и близлежащих населенных пунктов находится в зоне вредного воздействия пылевых и химических выбросов, заражения водного и химического бассейна от хранения отходов, в-третьих, территория полигона занимает значительную площадь, нарушается привычный образ жизни населения, ухудшаются флора и фауна. К этому следует добавить экономические потери, связанные с низким уровнем отбора из исходной массы ТКО ценных компонентов, которые пригодны для повторного использования, большими затратами на содержание полигона ТКО, а также невозможностью последующего использования находящихся на полигоне, смешанных с пустой породой, твердых бытовых отходов.

Состав и свойства ТКО имеют определяющее значение при решении вопросов их сбора, удаления, складирования (захоронения, изоляции), обезвреживания и заводской переработки (утилизации). Выбор оптимальной технологии переработки ТКО представляет собой наиболее ответственный этап в разработке общей концепции их эвакуации и утилизации. В целом ТКО состоит из трех компонентов: органическая составляющая 15–50 %, инертная часть 1,5–40 %, вода 25–60 % [1, 2].

Утилизация твердых отходов в большинстве случаев приводит к необходимости либо их разделения на компоненты (в процессах очистки,

обогащения, извлечения ценных составляющих) с последующей переработкой сепарированных материалов различными методами, либо придания им определенного вида, обеспечивающего саму возможность утилизации отходов.

Грохочение широко распространено и универсально, может быть применимо ко всем твердым материалам без исключения. Технически наиболее сложной является операция грохочения твердых материалов, содержащих глинистые компоненты, макулатуру, полимерную пленку и текстиль. Например, до настоящего времени нет аппаратов, обеспечивающих эффективное грохочение влажных ТКО при высоком содержании в них текстильных компонентов, например, традиционный барабанный грохот забивается текстилем за несколько смен и перестает работать как сортирующее устройство. Эффективностью грохочения называется полнота разделения твердых материалов по крупности. Теоретически при правильном режиме работы грохота все частицы исходного материала, размер которых меньше размера отверстий грохота, должны перейти в подрешетный продукт. В действительности из-за несовершенной работы грохота и разнообразной формы кусков материала часть нижнего продукта всегда остается в надрешетном. Эффективность грохочения понижается с повышением влажности. Смеси различных компонентов, подлежащих разделению с учетом их различных свойств и особенностей, требуют разработки новых конструкций и совершенствования существующих с целью повышения их эффективности уменьшения удельных энергозатрат, увеличения долговечности и удобства эксплуатации.

Одним из востребованных направлений на сегодняшний день является необходимость создания аппаратов, которые способны осуществлять эффективное разделение неоднородных и сложных по составу и свойствам материалов. Концепция оборудования основана на использовании рабочих камер технологических аппаратов, выполненных в виде кинематически деформируемых волновых гибких перфорированных или составных оболочек, внутренние поверхности или элементы которых способны воздействовать на перерабатываемую среду с максимальной адаптивностью при проведении процессов разделения материалов по крупности. В процессе работы предлагаемого аппарата волнообразному гибкому перфорированному лотку сообщаются интенсивные перемещения, что приводит в движение перерабатываемую среду, т.е. насыпной материал, который периодически сталкивается с поверхностью лотка, а куски или частицы, размер которых меньше размера просеивающих отверстий проходят через них в качестве подрешетного продукта. Волнообразная поверхность для просеивания (рис. 1)

обеспечивает сложное движение перерабатываемому продукту, частицы которого принудительно и с большим ускорением проталкиваются перед отверстием соответствующего им размера [3].

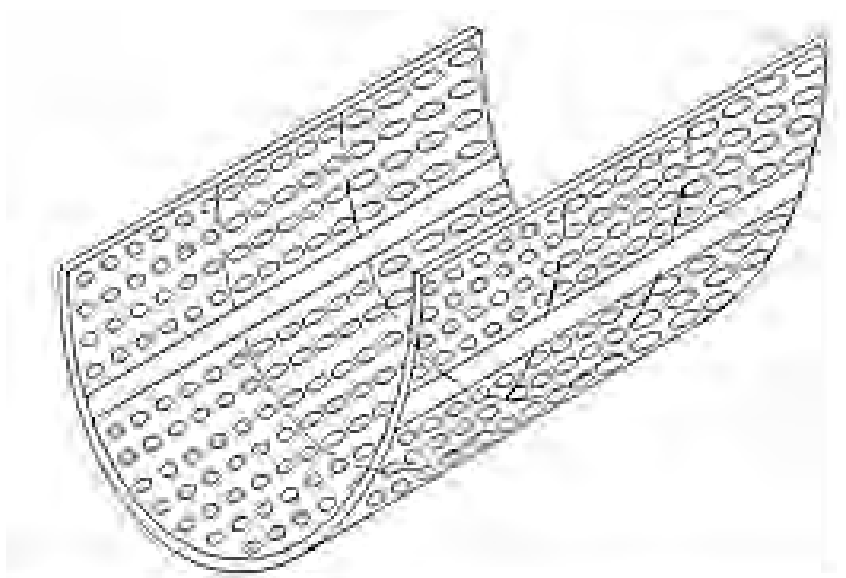


Рис. 1. Волнообразная просеивающая поверхность

Для интенсификации процесса грохочения целесообразно над просеивающей поверхностью установить интенсификаторы процесса разделения, представляющие собой отрезки цепей, закрепленные одним концом на кронштейнах и свободно провисающих в центральной части гибкого перфорированного лотка, а для упрощения конструкции амортизаторов и улучшения демпфирования колебаний и возврата в крайнее положение их лучше всего изготавливать в виде цилиндрических пружин растяжения. В рабочей зоне происходит активное перемешивание, с поверхности кусков отбиваются налипающие мелкие частицы органических веществ. При этом постепенно отсеивается мелкая фракция, а более крупная движется вниз по лотку. Именно такое конструктивное исполнение просеивающей поверхности и организация её движения способствует максимальной эффективности процесса грохочения. Резиновая гибкая кинематически деформируемая оболочка просеивающей поверхности полностью исключает налипание и забивание пропускных отверстий, а отсутствие в ней металлических элементов способствует значительному снижению шума при работе. Экспериментальный грохот с гибкой волновой просеивающей поверхностью (рис. 2).

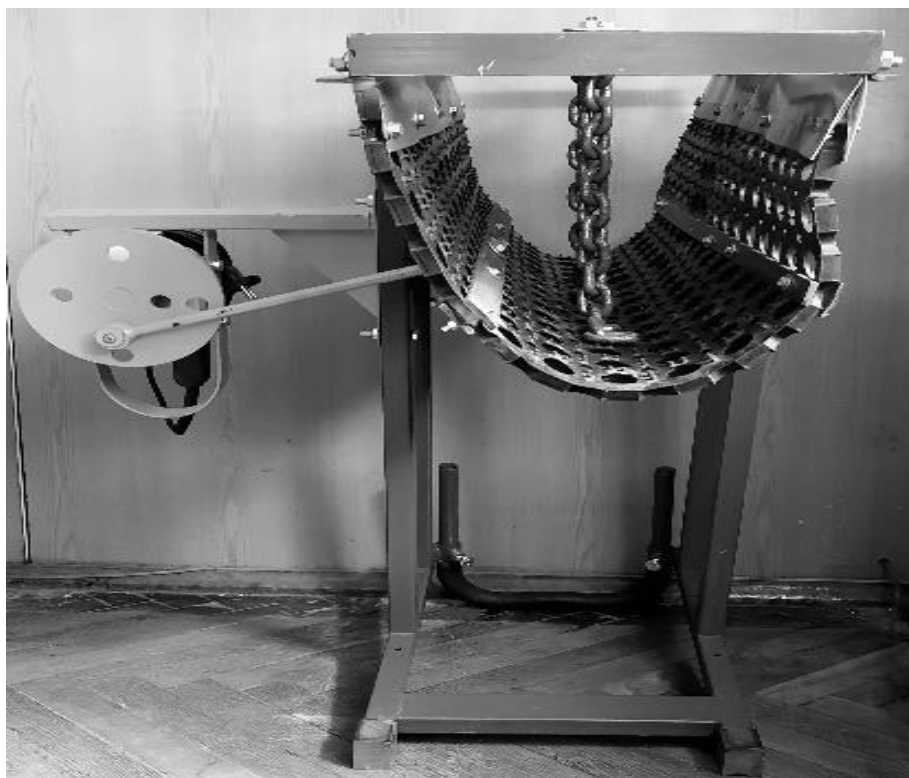


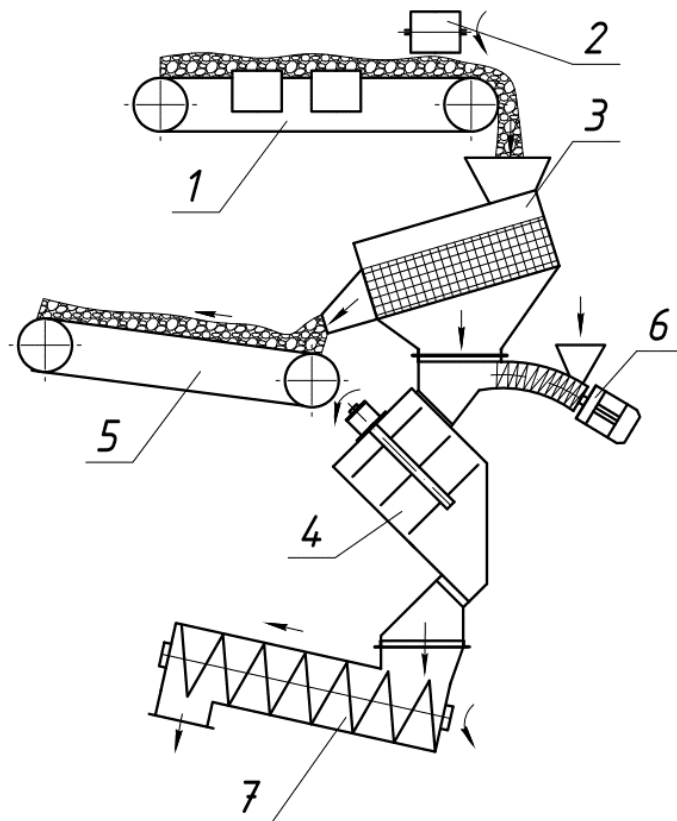
Рис. 2. Общий вид экспериментального грохота с гибкой волновой просеивающей поверхностью

Предлагаемая нами концепция использования ТКО предполагает их обогащение путем увеличения отбора органических составляющих, что обеспечивается путем разрушения пищевых отходов и их удаление из рабочей зоны грохота без существенного разрушения других составляющих твердых коммунальных отходов и их последующего использования в качестве топливных гранул для цементных печей, выгорающих добавок в керамические изделия, а также как материал для закладки в биогазовые установки [4].

Приемочно-сортировочная линия предназначена для приема твердых коммунальных отходов, дозированной подачи их на сортировку, отбора и первичной подготовки коммерческой части отходов (ПЭТ, пластика, стекла, металла, бумаги и др.) и подачи остатков ТКО («хвостов») на волновой грохот-дозатор для последующего измельчения и обогащения.

Технологическая схема оборудования для сортировки ТКО с выделением и обогащением органической части (рис. 3). Установка, выполненная по башенной (вертикальной) схеме включает в себя конвейер 1 ручной сортировки с установленным над ним электромагнитным отделителем металла 2. Под ним расположен волновой грохот-дезинтегратор 3 который осуществляет основной цикл переработки балласта и из которого целевой подрешетный продукт поступает в измельчитель ударного действия 4, а подрешеный отводится для

дальнейшей утилизации ленточным транспортером 5. В подрешетный продукт с помощью пружинного питателя 6 вмешивается трепел, и они подвергаются совместному помолу, после чего в виде однородной массы шнековым питателем 7 отбирается для целевого использования.



- 1- Конвейер ручной сортировки; 2 – электромагнитный отделитель металла;  
 3 – волновой грохот-дозатор; 4 – Измельчитель подрешетного продукта;  
 5 – Ленточный конвейер подрешетного продукта; 6 – Пружинный питатель абсорбента (трепела); 7 – Шнековый питатель обогащенного продукта.

Рис. 3. Технологическая схема оборудования для сортировки ТКО с выделением и обогащением органической части

С целью минимизации негативного влияния на окружающую среду вредных и опасных веществ, которые могут содержаться в обогащенной массе, в ее состав целесообразно ввести ориентировочно около 10% порошка природного адсорбента - трепела, который способен адсорбировать (поглощать в свои поры) основное количество находящихся в жидком состоянии вредных и опасных составляющих. Этот процесс наилучшим образом выполнить в измельчителе ударного действия, который является также хорошим диспергатором, т. е. позволяет проводить качественное смешивание на микроуровне.

Коммунальные отходы по содержанию в них пищевой фракции можно рассматривать как мощный сырьевой источник для получения специфических продуктов, пригодных для использования в сельском хозяйстве, животноводстве и других отраслях.

Преимущества оборудования обогатительно-сортировочной установки по сравнению с другими способами обращения с ТКО:

- снижение объема и площадей захоронения отходов, позволяет решить экологические, санитарные и другие проблемы, связанные с созданием новых и использованием существующих полигонов;

- благодаря предварительной сортировке позволяют извлекать ценное вторичное сырье (металлы, макулатуру, стекло, пластик), реализация которого приносит значительную прибыль;

- использованный в качестве основы волновой грохот-дозатор повышает эффективность при переработке сложной многокомпонентной смеси, характеризующейся неоднородностью по составу и свойствам;

- простота конструкции позволяет уменьшить удельные энергозатраты, увеличить долговечность и удобство эксплуатации.

В настоящее время разработана экспериментальная обогатительно-сортировочная установка и готовится для проведения поисковых технологических испытаний.

#### Библиографический список

1. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учебное пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько, М. В. Соколов, П. В. Макеев, И. В. Шашков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с.
2. Конык, О. А. Технологии переработки твердых отходов [Электронный ресурс]: учебное пособие: самостоятельное учебное электронное издание / О.А. Конык, А.В. Кузиванова; Сыкт. лесн. ин-т. — Изд. 2-е, доп. и перераб. - Электрон. дан. - Сыктывкар: СЛИ, 2018. - Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. - Загл. с экрана.
3. Сиваченко Л.А., Потапов В.А., Кузьменкова М.С. Многоцелевые технологические аппараты с гибким волновым рабочим оборудованием // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 9. С. 88–98.
4. Кузьменкова М.С., Сиваченко Л.А., Курочкин Н.В. Сортировочно-обогатительный комплекс для переработки твердых коммунальных отходов / М.С. Кузьменкова, Л.А. Сиваченко, Н.В. Курочкин // Межвузовский сборник статей энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов, — Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2022. — С. 226-230.