

УДК 69.057;658.382.3

Мусаев А.М. – кандидат технических наук, доцент

Сафиуллин Р.Г. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

МЕТОД И УСТРОЙСТВО ВИБРО-ПУЛЬСАЦИОННОЙ СОРТИРОВКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается новый метод и устройство сортировки бытовых отходов путем вибрационного рассеивания по агрегатному составу и сортировки пульсационными струями по удельному составу и парусности легкой части отходов. Устройство позволяет разделять общий поток на легкие, жидкие и твердые отходы. В результате раздельной сортировки жидкие отходы направляются на компостирование или в метантенки, легкие распределяются по удельному весу в бункерах, тяжелые после магнитной обработки используются как утильный материал.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экология, механизированная сортировка отходов, виброрассеивание, турбулентные струи, парусность, псевдооживление.

Musaev A.M. – candidate of technical sciences, associate professor

Safiullin R.G. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

METHOD AND APPARATUS FOR VIBRO-PULSING SORTING OF HOUSEHOLD WASTE

ABSTRACT

A new method and device for sorting of the household waste by means the vibration dispergation and grading them by means the pulsing jets according to their specific compositions and windage of the waste are considered. The device enables to split the total flow onto the lungs, liquid and solid wastes. As the result of sorting the liquid waste are sent for composting or in the digesters, the lungs are distributed by their specific weight into the bunkers, heavy ones are used as an utilizable material after magnetic treatment.

KEYWORDS: ecology, a mechanized sorting of waste, vibration dissipation, turbulent jet, sail, fluidization.

Бытовые отходы характеризуются многокомпонентностью, неоднородностью состава, малой плотностью и нестабильностью. При этом легкие составляющие могут достигать до 80 % по объему. Это – упаковочная пленка, бумага, картон, пластмасса, текстиль, полиэтиленовая посуда, бутылки, банки и т.д. Пищевые и жидкие отходы, склонные к загниванию, по весовому составу близки к 30-45 %. Ценные утильные отходы (компоненты различных бытовых приборов и установок) составляют: цветной и черный металл 5-6 %, стекло до 3 %.

Известны весьма перспективные селективные способы сбора отходов на месте их образования с устройством отдельных контейнеров для макулатуры, текстиля, пластмассы, стекла, металла и др. Такой вид раздельного сбора отходов в жилом секторе удается осуществить только в некоторых индустриально развитых странах. В отечественных условиях, в частности с различными климатическими районами – от тропиков до вечной мерзлоты, селективный сбор отходов практически отсутствует, хотя получение готового утильного сырья могло бы резко повысить эффективность его переработки в полезную продукцию [1]. Сегодня наиболее распространен массовый контейнерный сбор и вывоз бытовых отходов из жилого сектора на полигоны, и только малая часть из них попадает на площадки для ручной сортировки либо на дальнейшее сжигание не отсортированных отходов. Проблема выделения земельных угодий под полигоны стала глобальной проблемой, наряду с загрязнением окружающей среды и атмосферы [2].

Известны попытки решить проблему сбора и сортировки бытового мусора непосредственно в подъездах домов, в мусоропроводах жилых и общественных зданий. Однако при такой постановке вопроса, как обеспечение вновь строящихся зданий «системой мусороудаления и пожаротушения», пройдут минимум десятилетия, при этом фактически исключаются частные домовладения и другие объекты. Общим недостатком известных мусоросортировочных устройств является то, что они не обеспечивают

эффективного разделения компонентов бытового мусора и не могут отделить даже частично утильные продукты из смеси неоднородного мусора, выбрасываемого жилым комплексом в огромных объемах.

В последнее десятилетие начали широко использоваться сепарирующие барабаны-грохоты. Конструкция барабана-грохота имеет очень высокий коэффициент «прозрачности», что позволяет производить сепарирование (просеивание) практически всех фракций заданных параметров. У барабана-грохота определены четыре зоны просеивания. Компоненты отходов, прошедшие сквозь решетки через специальный бункер-скиз, подаются на наклонные желобчатые ленточные конвейеры и далее – на магнитную очистку и на конвейер сортировочного стола для извлечения из многофракционной массы утильных составляющих. Недостатком устройства является то, что в барабан-грохот загружаются неотсортированные отходы. Перемешивание за счет вращательного и одновременно поступательного движения барабана-грохота приводит к тому, что легко загнивающие пищевые и жидкие отходы, находящиеся в контакте с макулатурой и другими объемными компонентами, их заражают, что ухудшает качество утильных составляющих и эффективность работы сортировочных столов, а также снижает производительность всего сортировочного комплекса в целом.

Предлагаемый сепарационный комплекс [3], собранный из типовых промышленных агрегатов, нацелен на повышение эффективности переработки бытовых отходов путем первичной их сортировки, с максимальным отделением пожароопасной органической части (находящейся в пределах 80 %) от жидких, пищевых и тяжелых составляющих отходов (рис. 1). Цель достигается тем, что в устройстве сепарирования виброгрохоты барабанного типа заменены на вибралоток, выполненный протяженным в одну линию из рольганных труб. Вибролоток конвейера разделяется на две зоны по вертикали, с подачей в подрешеточную зону рольганных труб воздушного потока с регулируемым напором. На противоположной стороне вибралотка (по отношению к воздушному потоку) установлена наклонная перемишка переменной высоты по всей длине виброгрохота [3].

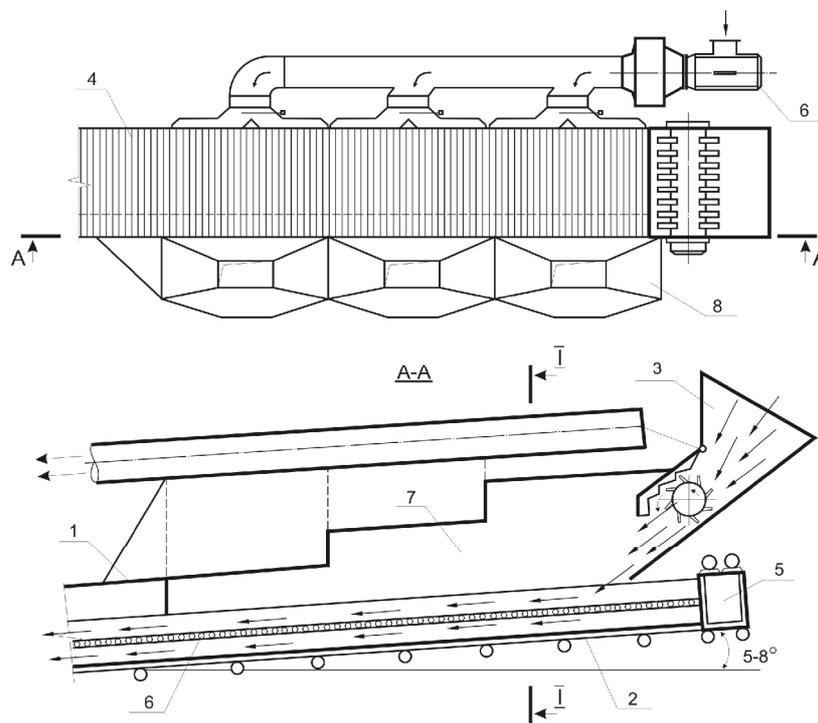


Рис. 1. Комплекс вибро-пульсационной сортировки твердых бытовых отходов [3]:

- 1 – корпус; 2 – лоток виброконвейера; 3 – бункер приема мусора; 4 – рольганная решетка; 5 – вибродвигатель;
- 6 – тягодутьевая установка; 7 – многоуровневая перегородка; 8 – бункеры для сбора очищенных отходов;
- 9 – вытяжная вентиляционная система; 10 – ультрафиолетовые лампы;
- 11 – противопожарные дренчерные установки.

Воздушный поток с регулируемым напором поступает из подрешеточной зоны под взвешенные вибралотком отходы, выносит наиболее легкую часть из массы отходов на наклонную перемишку и перекидывает в бункерную зону установки. Более тяжелые составляющие, увлеченные воздушным

потоком, но не преодолевшие эту высоту, сползают на рольганную решетку. Под воздействием виброударов они перемещаются в следующую зону с менее высокой наклонной перемычкой.

Под постоянным воздействием вибрации отходы, настилающие рольганную решетку, освобождаются от жидких и мелких составляющих. Последние сбрасываются в нижнюю часть вибрирующего лотка, где создается обособленный поток жидких и пищевых отходов, отделенный от основной массы отходов рольганной решеткой. На последних этапах перемещения отходов перемычка снижается до такой степени, что воздушный поток, согласно расчету, будет способен перебросить через нее полиэтиленовые бутылки, алюминиевые банки и т.д. Основная масса тяжелых составляющих, не подверженных воздействию воздушного потока, будет продолжать перемещаться по рольганной решетке, полностью очистившись от жидких и мелких отходов. Таким образом, линейный виброгрохот позволяет создать внутри вибролотка два потока: в поддоне – жидкие и мелкие, на рольганной решетке – твердые и тяжелые отходы. Вдоль наклонной перемычки осуществляется сбор в бункерах наиболее объемной части органических отходов по объемным весам.

Разделение бытового мусора на три самостоятельных потока осуществляется путем привлечения вибрационных и аэродинамических сил (рис. 2). За счет колебательных движений виброконвейера происходит сброс жидких отходов в поддон и перемещение слоя отходов по наклонной поверхности рольганной решетки. За счет мелких бросков слой отходов зависает над рольганной решеткой, создавая условия для начала процесса псевдооживления. Через колеблющуюся рольганную решетку из поддона конвейерного лотка прорываются пульсационные турбулентные струи, поднимающие отходы и приводящие слой в состояние псевдооживления.

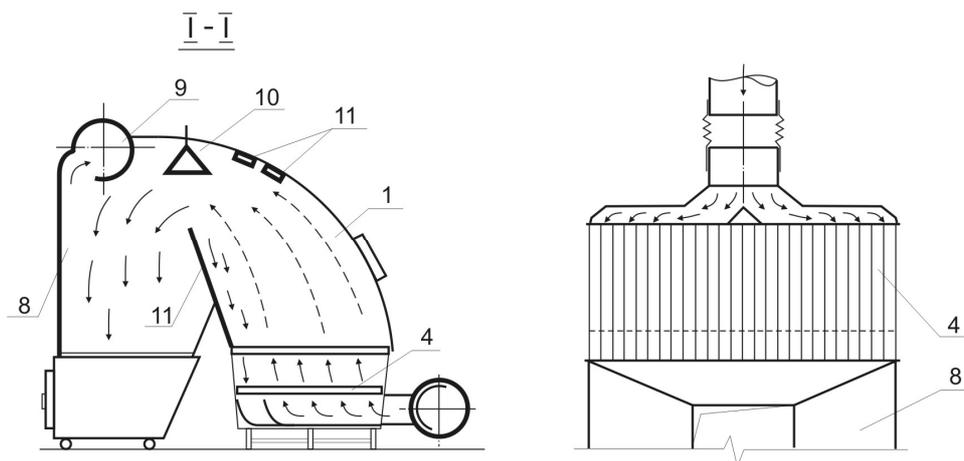


Рис. 2. Схема секции разделения твердых бытовых отходов по агрегатному составу: легкие, жидкие, твердые

Разрыв слоя и вынос из общего потока наиболее легких составляющих, их сброс за уровень ограждающей перегородки в бункеры происходит за счет подъемной силы воздушного потока. При определении условий витания легкой части отходов для подъемной силы можно воспользоваться формулой Жуковского

$$F = c_n S \frac{\rho v^2}{2},$$

где ρ – плотность воздуха; S – площадь сечения аппарата; c_n – коэффициент подъемной силы.

Следует отметить, что коэффициент подъемной силы зависит от таких факторов, как угол атаки, перепад давления воздушного напора и т.д. Поэтому для определения сопротивления рольганной решетки и потери напора можно воспользоваться формулами Вейсбаха [4]

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g} = \zeta \frac{Q^2}{2gm^2\omega^2}; \quad m = \frac{a^2}{t^2}; \quad \zeta = \frac{A}{Re},$$

где a – размер стороны ячейки; t – шаг решетки; v – средняя скорость в ячейке; A – коэффициент, учитывающий степень стеснения потока; Re – число Рейнольдса.

Требуемый расход воздуха может быть определен по зависимости [5]

$$Q = \frac{\sqrt{H \cdot a}}{0.41 \sqrt{\frac{H}{a} + 1}} \cdot n,$$

где H – высота перегородки; n – количество ячеек в секции.

По найденному расходу воздуха можно рассчитать параметры подводящего воздухопровода и вентиляционных установок.

Таким образом, вибро-пульсационная сортировка бытовых отходов создает условия для полной и качественной утилизации их ценных компонентов. Конструкция установки [3] позволяет повысить эффективность переработки, максимально сократив не утилизируемую часть бытовых отходов.

Заключение

Ленточный виброконвейер по патенту [3] обеспечивает разделение массы несортированного мусора на несколько фракций: легкие, жидкие и твердые, не перемешивая и не загрязняя утильные компоненты. Этот процесс не может производиться в барабанных грохотах, и обеззараживающие ультрафиолетовые установки там бессильны.

В конечных пунктах после предлагаемого ленточного конвейера появляется три потока. В бункеры установки попадают все легкие фракции, подрешеточная зона (поддон) собирает жидкую фазу, надрешеточная – твердые отходы. Легкие утильные отходы можно пакетировать по сортам и видам товарного продукта, тем более что они обеззаражены ультрафиолетом и интенсивным воздушным потоком. Жидкая фаза может быть направлена на магнитную обработку в наклонный рейштак для освобождения от мелких магнитных деталей, далее – на компостирование или в метантенки для производства биотоплива.

Во всех процессах отделения продукта из общей массы и в процессе очищения участвует вентиляционный воздух в достаточно большом объеме. Учитывая загрязненность бытового мусора различными гнилостными продуктами и газами, использованный воздух и сопутствующие газы нельзя выбрасывать в атмосферу без очистки. Для того чтобы очистить и максимально промыть эти газы, в предлагаемую конструкцию может быть включен очистной модульный комплекс по [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.energyresearch.ru/tbo.rus.full/>.
2. Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации – М.: МДС 13.8.2000. Утвержд. Постановлением Коллегии Госстроя России от 22 декабря 1999 г., № 17.
3. Мусаев А.М., Немов В.Г. Устройство первичной сортировки бытового мусора. Патент РФ № 2395352 от 27 июля 2010 г.
4. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (основы механики жидкости). – М.: Стройиздат, 1975. – 323с.
5. <http://window.edu.ru/window.catalog/pdf2txt/>. Техника и технологии псевдооживления: гидродинамика и теплообмен с погруженными телами.
6. Мусаев А.М., Садртдинов И.К. Модуль тягодутьевого пылегазозолоулавливания из дымовых и агрессивных газов. Патент РФ № 96025. Гос. регистр. 20 июля 2010.

REFERENCES

1. <http://www.energyresearch.ru/tbo.rus.full/>.
2. The concept of treatment with municipal solid waste in the Russian Federation – Moscow: MDC 08/13/2000. Approved. Resolution of the Board of State Construction of Russia, December 22, 1999, № 17.
3. Musaev A.M., Nemov V.G. The device for primary sorting of household waste. Patent RF № 2395352 of July 27, 2010.
4. Altshul A.D., Kiselev P.G. Hydraulics and Aerodynamics (basic fluid mechanics). – M.: Stroiizdat, 1975. – 323 p.
5. <http://window.edu.ru/window.catalog/pdf2txt/>. Technique and technology of fluidization: hydrodynamics and heat transfer with submerged bodies.
6. Musaev A.M., Sadrtidinov I.K. Module for dust, gas and ash capture from the smoke and corrosive gases. Patent RF № 96025. Gos. register. July 20, 2010.