



Рисунок 6 – Полихроматическая модуляционная передаточная функция вариообъектива

Как видно из рис. 5, пятна рассеяния вписываются в кружок Эйри, впечатанный на каждое пятно, составляющее 56,7 мкм.

Контраст изображения постоянен для всех конфигураций и приближается к дифракционному пределу (рис. 6).

Получены результаты:

- увеличен диапазон изменения фокусного расстояния объектива – (300–25) мм;
- расширен рабочий спектральный диапазон – (3,5–5,0) мкм.

Для сравнения – в прототипе: диапазон изменения фокусного расстояния (300–30) мм, спектральный диапазон работы (3,7–4,8) мкм.

Литература

1. Запрягаева, Л. А. Расчет и проектирование оптических систем / Л. А. Запрягаева, И. С. Свешникова. – М. : Логос, 2000. – 584 с.
2. Павлов, Н. И. Авиационный малогабаритный многоспектральный сканирующий прибор / Н. И. Павлов // Оптический журнал. – 2010. – Т. 77, № 3. – С. 67–72.
3. Инфракрасный объектив с плавно изменяющимся фокусным расстоянием : пат. RU 2578661 С1 / А. И. Белоусов, Г. В. Вазагов. Опубл. – 27.03.2016.

УДК 621.865.8:658.56

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ НА БАЗЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА Бельман О.И., Стельмах Н.В.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Киев, Украина*

Аннотация. В данной работе описана система автоматизированного сортировки твердых бытовых отходов. Одной из особенностей системы является полное исключение человеческого труда, достигается использованием ничем современных технологий. И по сравнению с другими методами утилизации не вредит окружающей среде.

Ключевые слова: автоматизация, утилизация, спектрометрия, схема автоматизации.

AUTOMATED WASTE SORTING SYSTEM BASED ON UNHOMOGENEOUS OPTICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE MATERIAL TO BE SORTED Belman O., Stelmakh N.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Kyiv, Ukraine*

Abstract. This paper describes a system of automated sorting of solid waste. One of the features of the system is the complete exclusion of human labor, which is achieved through the use of modern technologies. And compared to other methods of disposal does not harm the environment.

Key words: automation, utilization, spectrometry, automation scheme.

e-mail: o_belman@ukr.net , n.stelmakh@kpi.ua

Раздельная сортировка в последнее время все более активно внедряется в жизнь современного общества, но такое решение, на данном этапе внедрения, только частично уменьшает «поток» твердых бытовых отходов (ТБО) и никак не помогает в борьбе с ликвидацией огромных полигонов ТБО. И если не брать во внимание некомпетентность некоторых коммунальных предприятий, которые выгружают отсортированное сырье на те же полигоны. Поэтому надеяться на

то, что раздельная сортировка сделает наши города и воздух чище, не стоит, для этого необходим комплексный подход. Существует не так много методов борьбы с бытовыми отходами, и их можно разделить на пассивные и активные. Пассивными можно назвать абсолютное бездействия и беспечность со стороны населения. Это относится не только к властям, которых все по этому поводу критикуют, а и обычных граждан. В свою очередь, пассивность большинства, а

именно гражданских лиц, к вопросу: «Что будет с пластиковой бутылкой, которую я выкинул на мусор?», приводит к неконтролируемому росту мусора на улицах и на полигонах. Относительно активно метода борьбы с ТБО, то его можно разделить на несколько направлений по уровню сложности: простой, средний и тяжелый. Простой можно описать как действие по устранению некомфортной проблемы такой как мусор - уничтожить. Человечество, к сожалению, еще не достигло уровня технологии дезинтегрирования материи на отдельные атомы, что могло бы быть достаточно эффективным методом утилизации, но люди просто создают установки разной степени мощности и сложности, и сжигают ТБО, называя это пиролизом. Такие системы с современными устройствами на выходе дают энергию и топливо. Экологичность современных мусоросжигающих заводов высока, потому что все выбросы фильтруются и не попадают в атмосферу, но это относительно предприятия, если взять «продукцию» такого предприятия: топливо, газ, шлак, то к уровню экологичности возникают вопросы. Оправдывать такое «пассивное» загрязнение получением энергии нет смысла, пока КПД таких установок находится на уровне двигателя внутреннего сгорания (ДВС), вдобавок у нас есть технологии для более чистой добычи энергии нежели нагрев воды путем сжигания топлива.

Многие люди работали над решением этой проблемы, и одним из решений устранения бессмысленного сожжения такого ценного ресурса как ТБО, было внедрение мусоросортировочных заводов с неполной автоматизацией, что мы отнесем к решению проблемы отходов «среднего направления». В большинстве случаев, на предприятиях такого типа организован модульный принцип сортировки ТБО, в зависимости от типа отходов (пластик металл органические отходы). Но наибольшим недостатком является привлечение человеческого труда в качестве сортировщиков на начальном этапе сортировки. С одной стороны, возникают новые рабочих мест, а также универсальность человека позволяет ему сортировать из конвейера неподходящие для дальнейших модулей предметы: крупногабаритные контейнеры, одежда, камни и т.д. С другой стороны, трудоемкость в таких условиях труда не соответствует затраченного на нее усилий и здоровья. Для круглосуточного функционирования предприятия нужен огромный штат сортировщиков, что делает такую сортировку не рентабельной [1].

К «тяжелому пути» борьбе с ТБО, можно отнести более фундаментальный подход к изначальной раздельной сортировке потребителями. Проблемой является не расстановка разноцветных баков, а работа с психологией общественности и с развитием гражданской сознательности. Навыки понимание вопросов, связанных с мусором,

необходимо прививать с детства, и пройдет не одно поколение. Логичным решением является полностью автоматизированный комплекс сортировки ТБО.

Не во всех отраслях приборо- и машиностроения целесообразно применять полную автоматизацию. Для примера рассмотрим линии сборки автомобилей, где ручной человеческий труд является универсальным и имеет преимущество иногда даже над манипуляторами. Но в нашем случае полная автоматизация крайне необходима. Некоторые компании тестируют универсальные манипуляторы с вакуумным или гидравлическим захватом на замены людей, сортирующих отходы. По скорости манипулятор находится примерно на уровне с человеком, но на предприятиях могут быть привлечены десятки сортировщиков, при этом следует отметить, что настройка манипулятора на выделения з потока смешанных ТБО некоторых предметов, очень нетривиальная задача. Но анализируя современные технологии можно сделать заключение, что для полной автоматизации не нужны манипуляторы, качественную и безопасную сортировку можно провести, используя физическую разницу между материалами, которые нам необходимы [2].

Во избежание нежелательных предметов на линии сортировки, первым этапом будет измельчение материала на части регулируемого размера в дробилках, валы с твердосплавными пластинами измельчат любой материал. ТБО не является полностью сухим материалом, поэтому для предотвращения коррозии и налипания на поверхности контактные с ТБО, наносятся специальное гидрофобное покрытие. Следующим этапом сортировки, является стерилизация, сушка и выделения биологического вещества от материала, для этого измельченные ТБО направляются в автоклав, где при высоком давлении и температуре испаряется влага. За счет перемешивания отделяются все этикетки и остатки пищи. После автоклава материал выходит сухим и обеззараженным. Далее следует процесс отделения черных и цветных металлов. Следующим этапом идет прохождение через вибросито, которое отделяет пыль и мелкие частички, который является относительно чистым компостом потому, что температура в автоклаве не превышает температуры распада пластика. Макрокромости материала после вибросита делятся на пленки и плоские материалы, а также на объемные фигуры, разделение их необходимо, потому что пленки могут помешать распознаванию меньших частиц накрывая их собой. Для разделение по форме используется баллистический сепаратор. Завершающим этапом является сортировка пластика по видам, сортировка стекла по цвету. Стекло и другие материалы находятся в специальном вибробункере.

Вибрация служит для направления частиц на конвейерную ленту, над которой находятся оптические приборы для распознавания цвета стекла, а также инфракрасный спектрометр для пластиковых материалов. Сортировка происходит в автоматическом режиме, сжатым воздухом с системы соленоидных клапанов, каждый клапан отвечает своему типу материала. Параллельно к вибробункеру с объемным материалом, находится вибробункер с пластинками и пленками, разница заключается в подаче плоских частиц, для этого необходимо модернизировать бункер захватным устройством. Процесс сортировки похож по предыдущий, разница состоит только в отсутствии сортировки стекла по цветам. Время наполнения и период стерилизации можно назвать тактом, при котором за один такой такт можно обработать ограниченное количество материала, поэтому для непрерывной работы можно увеличить количество автоклавов [3].

В перспективе разработки проекта будет исследовано технологические особенности метода полностью автоматизированной системы сорти-

ровки ТБО, с целью улучшения технических характеристик. Для конкурентной способности данного метода с другими более простыми методами, необходимо показать несравненно лучшие технические показатели, а также уменьшить габариты системы для широкого распространения в черте города.

Литература

1. Горлицкий, Б. А. Обращение с бытовыми и промышленными отходами – основные изменения стратегии и тактики // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного водного бассейнов. Утилизация отходов: Тезисы докл. XIV Междунар. научно-пр. конф. – Харьков – Щелкино, 2006. – С. 192.
2. Стельмах Н. Автоматизований модуль сортування пластикових відходів / Н. Стельмах, С. Сапон, О. Бельман // Технічні науки та технології, 2021. – № 1 (23), 2021. – С. 37–44.
3. Стельмах Н. Вибір оптимального технологічного процесу на базі автоматизованої оцінки його техніко-економічних параметрів / Н. Стельмах, С. Сапон, Я. Рижук // Технічні науки та технології, 2020. – № 1 (19). – С. 89–97.

УДК 621.315.375

АППРОКСИМАЦИЯ КРИВЫХ СИЛЫ СВЕТА RGB СВЕТОДИОДОВ Богдан П.С., Зайцева Е.Г., Баранов П.О., Степаненко А.И., Шишурин Д.А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Предложены и проанализированы различные варианты аппроксимации кривых силы света RGB светодиодов для использования в методике расчета освещенности поверхностей.

Ключевые слова: сила света, индикатриса распределения силы света, RGB светодиод, параметры освещения, спектральный состав излучения.

APPROXIMATION OF THE LIGHT INTENSITY CURVES OF RGB LEDs Bogdan P., Zaitseva E., Baranov P., Stepanenko A., Shishurin D.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus*

Abstract. Various variants of approximation of the light intensity curves of RGB LEDs for use in the method of calculating the illumination of surfaces are proposed and analyzed.

Key words: light intensity, light intensity distribution indicator, RGB LED, lighting parameters, spectral composition of radiation.

*Адрес для переписки: Зайцева Е.Г., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: bntu@bntu.by*

Концепция «интеллектуальная окружающая среда» подразумевает наличие благоприятных условий освещенности помещения на рабочем месте и в домашних условиях. Очевидно, что параметры освещения являются функциями выполняемой человеком деятельности, а также его физиологического и психологического состояния. Создана нормативная база рекомендуемых освещенностей в зависимости от рода выполняемых работ [1, 2]. В соответствующих документах указан уровень необходимой освещенности, ее равномерности, но не нормируется спектральный

состав светового излучения и его изменение во времени. Известные в настоящее время методики расчета параметров, количества и расположения светильников достаточно просты, но не позволяют конкретизировать спектральный состав излучения и его неравномерность в пространстве. В тоже время конкретные рекомендации к параметрам светового излучения в зависимости от состояния человека не разработаны.

Чтобы создать осветительные системы, обеспечивающие оптимальные параметры освещенности, необходимо разработать методику расчета