

УДК 621.867

Анализ конвейеров и грузоподъемной техники, применяемых на подготовительном этапе автоматизированной сортировки твердых коммунальных отходов

**Стасюк Андрей Владимирович¹,
аспирант**

stasyuk.madi@mail.ru
SPIN-код: 7236-9450

**Савельев Андрей Геннадьевич¹,
профессор кафедры, д-р техн. наук**

prof.saveliev@yandex.ru

**Пахомова Наталья Константиновна²,
консультант, канд. техн. наук, доцент**

natagie@mail.ru

¹ Кафедра «Дорожно-строительные машины»,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

²Международная академия транспорта, Москва, Россия

Аннотация. Значительный объем работ и высокие темпы развития сферы по обращению с отходами, согласно Национальному проекту «Экология», требуют применения дополнительных средств механизации и новых решений в сфере конструкций конвейерного оборудования. Широкая номенклатура транспортируемых грузов и их неоднородность вызывают необходимость применения новых конструкторских решений и модернизации уже построенных предприятий, в силу динамичного развития отрасли. В статье рассмотрен предварительный этап подготовки материала для дальнейшего извлечения вторичных материальных ресурсов, выделен из практического опыта список используемой техники в приемном отделении, отражены типы конструкций конвейеров для сортировочных процессов, рассмотрена конструкция конвейера с устройством по разрыву пакетов, как пример неочевидного применения непрерывного транспорта в функциональных агрегатах предприятий сферы обращения с твердыми коммунальными отходами.

Ключевые слова: сортировка твердых коммунальных отходов, грузоподъемная техника, конвейер, технологический процесс

Analysis of conveyors and lifting equipment used in the preparatory stage of automated sorting of solid municipal waste

Stasyuk Andrej Vladimirovich¹,
Graduate Student

stasyuk.madi@mail.ru
SPIN-code: 7236-9450

Saveliev Andrej Gennadievich¹,
*Professor of the Department,
Doctor of Technical Sciences*

saveliev@yandex.ru

Pahomova Natalya Konstantinovna²,
*Consultant, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor*

natagie@mail.ru

¹ Department of "Road Construction Machinery", Russia Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

² International Academy of Transport, Moscow, Russia

Abstract. The significant volume of work and rapid pace of development in the waste management sector under the National Ecology Project require the use of additional mechanization tools and new solutions in the field of conveyor equipment design. The wide range of transported goods and their heterogeneity necessitate the application of new design solutions and the modernization of existing facilities due to the dynamic development of the industry. The article discusses the preliminary stage of preparing material for further extraction of secondary material resources, highlights a list of equipment used in the receiving department based on practical experience, reflects the types of conveyor designs for sorting processes, and examines the design of a conveyor with a bag breaking device as an example of the non-obvious application of continuous transport in the functional units of solid municipal waste management enterprises.

Keywords: sorting of solid municipal waste, lifting equipment, conveyor, technological process

Введение. Состав компонентов твердых коммунальных отходов имеет широкую номенклатуру, ввиду высокого уровня развития обрабатывающей, химической промышленности, способов и упаковки материалов [1]. С ростом благосостояния и урбанизации количество отходов, особенно ТКО, выросло радикально [2].

Разделение твердых коммунальных отходов с помощью глубокой автоматизации требует применения комплекта оборудования различного спектра действия. При этом ключевое значение имеет как качество самого оборудования, так и логическое построение всего технологического процесса сортировки отходов.

Данный процесс представляет собой последовательность операций и этапность их реализации, важно, что он не является линейным, а должен отвечать гибкостью на динамично изменяющееся сырье, которое поступает на линию обработки и разделения твердых коммунальных отходов (ТКО). Решение проблемы ТКО в любом случае связано с большими капиталовложениями [3].

Первая ступень в процессе разделения ТКО представляет собой операцию по первичному приему и обработке входящих отходов. ТКО поступает на линию через промежуточную буферную зону разгрузки и накопления материала. Она представляет собой неотопливаемое помещение, которое снабжается подпорными стенами, усиленным бетонным основанием, въездными группами для техники, которая доставляет ТКО, светофорным регулированием и звуковой сигнализацией. При необходимости осуществляется устройство разгрузочного пандуса, в зависимости от плана земельного участка.

Подготовительный этап сортировки ТКО. Организация работы приемного отделения и используемая в нем техника зависит от способа доставки отходов. Распространенными способами доставки являются: мусоровозы с задней загрузкой; мусоровозы с боковой загрузкой (характерные машины для местности с трудной проходимостью и малым населением); грузовые самосвалы; грузовые автомобили, оснащенные системами перевозки контейнеров для ТКО (системы захвата «мультилифт», рис. 1); бункеровозы для перевозки контейнеров объемом до 10 м^3 .



Рис. 1. Выгрузка ТКО из автомобиля с системой «мультилифт»

После упорядоченной разгрузки отходов, материал оказывается сваленным в бурты не пригодные для прямой загрузки материала. В составе отходов, поступающих на мусоросортировочный комплекс (МСК), присутствуют не подлежащие сортировке на линии отходы — крупногабаритные отходы, например такие как фаянсовые изделия (раковины, унитазы), крупные картонные изделия (части коробок от бытовой техники) и т. д. Для их сортировки используется первая группа механизации.

Грузоподъемная техника и конвейеры. В первую группу механизации входят три типа машин, которые непрерывно работают в приемном отделении: фронтальные погрузчики, грейферные погрузчики колесные самоходные, грейферные погрузчики стационарные. Погрузчики с шарнирно-сочлененной рамой являются востребованными во многих отраслях промышленности, сельскохозяйственном производстве и транспорте [4]. Выбор данного типа машин при работе в приемном отделении обусловлен их высокой маневренностью и широкой функциональностью, что играет ключевую роль в стесненных условиях работы приемного отделения. При этом есть опреде-

ленные особенности эксплуатации данных машин, применимо к работе с ТКО. Наибольшую эффективность показало сочетание колесного грейферного и фронтальных погрузчиков, однако они не являются взаимозаменяемыми, что приводит к повышению затрат на эксплуатацию. Грейферный погрузчик осуществляет перетраивание ТКО и извлекает крупногабаритные отходы. Он осуществляет их складирование в заранее отведенную зону или в контейнеры объемом до 36 м³. Фронтальный погрузчик осуществляет подвоз отходов и их сбор с разных точек выгрузки и складирования основного объема отходов. Самоходное шасси грейферного погрузчика улучшает его эксплуатационные характеристики, но заменить фронтальный погрузчик по функциональности не способен.

При передвижении по приемному отделению происходит быстрый износ шин за счет высокого процента содержания стекла в отходах. Замена шин на заполненные полиуретаном не представляется возможным, так как вибрационные нагрузки от шасси негативно воздействуют на операторов машин. Важно отметить, что работа приемного отделения возможна без грейферного погрузчика. Фронтальный погрузчик является в данном случае более универсальной машиной (рис. 2).



Рис. 2. Работа фронтального погрузчика в приемном отделении ТКО

После разгрузки и подготовительной первой ступени сортировки, отходы направляются на второй этап, который находится там же в зоне приемного отделения. На втором этапе, который тоже относится к основному процессу разделения и является подготовительным этапом, происходит процесс загрузки на линию и технологическая операция разрывания мусорных мешков.

Население осуществляет сбор и загрузку контейнеров на специальных площадках преимущественно в полиэтиленовых мешках. В процессе уплотнения при перевозке до мусоросортировочного комплекса, мешки слеживаются, что существенно усложняет процесс их разрывания для качественной сортировки ТКО. В результате на МСК образуется системная «естественная»

упаковка отходов. Для решения данной задачи на линию подачи отходов устанавливается устройство: разрыватель мусорных мешков. Он выполняет одновременно три функции: разрыв мусорных мешков и высвобождение отходов, бункер- накопитель, дозатор отходов на сортировочную линию.

На современном этапе развития конструкции разрывателей пакетов в Российской Федерации представлено два типа конструкции, каждый из которых имеет свои особенности. Мировыми лидерами производства являются такие компании как «Matthiessen» (рис. 3), «BRT Hartner», согласно программам импортозамещения появились и российские производители аналогов, такие как «Хусманн Рус» г. Москва, «ЭкомашГрупп» г. Тверь, «ЛипецкГидроМаш» г. Липецк.

Принцип работы представляет собой следующий цикл: загрузка материала в бункер-накопитель с помощью фронтального погрузчика или грейферного перегружателя; дозированная подача на вращающийся барабан — процесс разрывания упаковок и перемешивание материала; дозированная подача на конвейерную линию для дальнейшего транспортирования. Весь процесс представляет собой слаженную работу механизмов. При этом различие в конструкции агрегатов существенно могут влиять на результат работы. Разрыватели пакетов отличаются по транспортирующему устройству, типу разрывающего барабана, объему бункера-дозатора.

Типы транспортирующих устройств: транспортеры с цепным тяговым элементом, гидравлические подвижные полы.

Типы разрывающего барабана: сегментный, цельносварной.

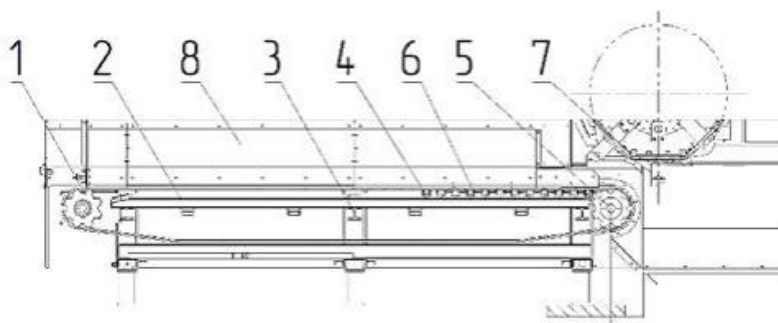


Рис. 3. Устройство конвейера-разрывателя пакетов компании «Matthiessen»:

- 1 — натяжное устройство, 2 — поддерживающий каркас, 3 — поперечная связь, 4 — приводная цепь,
5 — приводное устройство, 6 — конвейерная лента, 7 — разрывающий цельносварной барабан,
8 — стенка бункера-дозатора

В производственном процессе применяются три основные группы конвейеров, которые отличаются функциональностью, местами применения и типами конструкций: ленточно-цепной конвейер, ленточный конвейер сортировочный, ленточный конвейер.

Применяемые конвейерные ленты имеют ряд типоразмеров: 650, 800, 1'000, 1'200, 1'400, 1'600 мм. При необходимости могут быть как гладкими, так и шевронными. Конструкции конвейеров имеют свои особенности и при-

менение стандартных технических решений при транспортировке отходов не представляется возможным.

К каждому из этапов работы мусоросортировочного комплекса необходима подача материала, чем и обусловлен выбор нескольких типов конструкций конвейеров.

Необходимо отметить, что еще одна из задач, возникающих при применении конвейерного и грузоподъемного оборудования в сфере обращения с ТКО, является обязательная сертификация новых применяемых конструкций конвейеров. Технические устройства, предназначенные для применения на опасных производственных объектах, в том числе импортного производства, должны иметь сертификаты соответствия требованиям промышленной безопасности установленного образца [5].

Заключение и выводы. Проведенный аналитический обзор подготовительного этапа сортировки твердых коммунальных отходов, отражает широкий спектр применяемой механизации.

Различные типы грузоподъемной техники, фронтальные, вилочные погрузчики, погрузчики с грейферным захватом находят широкое применение в самых различных отраслях промышленности, включая новые активно развивающиеся отрасли в Российской Федерации. Это показывает необходимость совершенствования конструктивных решений вновь создаваемых машин, особенно конвейерного оборудования непрерывного транспорта, которое занимает долю в мусоросортировочных комплексах не менее 80 %.

Список источников

- [1] Стасюк А.В. Определение состава твердых коммунальных отходов для построения математической модели поведения объектов от воздействия направленного потока воздуха. *Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых. IX Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 95-летию основания ФГБОУ ВО «СибАДИ»: сб. матер.* Омск, СибАДИ, 2025, с. 476–479.
- [2] Хефели В., Амманн А. Обращение с ТКО в Швейцарии. *Твердые бытовые отходы*, 2015, № 11 (113), с. 45–49.
- [3] Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Сжигание ТКО: корректировка мнений. *Твердые бытовые отходы*, 2017, № 11 (137), с. 32–35.
- [4] Хакимзянов Р.Р., Маштаков А.П. Статистический анализ энергоемкости фронтальных погрузчиков с шарнирно-сочлененной рамой. *Инновационное развитие современной науки: новые подходы и актуальные исследования. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. матер.* Москва, Алеф, 2023, с. 211–215.
- [5] Недорезов И.А., Савельев А.Г. *Машины строительного производства*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012, 120 с.