

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОТХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТА

*А. Н. ПЕХОТА, А. А. МИХАЛЬЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Образование отходов в жизнедеятельности человека и предприятий является неизбежным процессом. Уровень использования коммунально-бытовых отходов в среднем в 2019 году в Беларуси вырос до 22,6 %. Важным элементом сбора отходов является его транспортировка к месту сортировки и использования. На примере транспортировки коммунально-бытовых отходов рассмотрим основные этапы обращения с отходами, которые включают в себя сбор и удаление бытовых отходов в городах и населенных пунктах по планово-регулярной системе в соответствии с предусмотренными нормами санитарных правил.

Система сбора и удаления ТБО включает в себя: подготовку отходов к погрузке в собирающий мусоровозный транспорт; организацию временного хранения отходов в домовладениях, организациях и предприятиях; сбор и вывоз бытовых отходов с территорий домовладений, организаций и предприятий; обезвреживание, переработку и утилизацию отходов.

Несвоевременный сбор ТБО приводит к переполнению накопительных емкостей для отходов и воздействия на них природно-климатических факторов (осадки, солнечные лучи и т. д.), вследствие чего в местах их хранения ухудшается санитарно-гигиеническое состояние мест сбора отходов, а также прилегающей территории. Все эти факторы оказывают вредное влияние в целом на среду обитания человека и экологическое состояние территории населенных пунктов и предприятий [1].

Поэтому своевременное удаление отходов в системе коммунального хозяйства городов и предприятий имеют ярко выраженную социальную и экономическую значимость, и экологическую безопасность. Значительная часть транспортного процесса по сбору и удалению ТБО происходит в непосредственной близости с жилым фондом. В этих условиях подвижной состав, используемый на погрузке и перевозке, сам, в свою очередь, является источником вредного влияния на окружающую среду и человека (загрязнение атмосферы, почвы, шум).

Одной из особенностей процесса сбора отходов является тот факт, что в балансе времени работы транспортных средств значительное место занимает время на погрузо-разгрузочные операции и маневрирование. В стесненных условиях городских дворов эти маневровые операции занимают от 25 до 40 % и более времени работы автомобиля, в связи с чем достаточно остро встает вопрос безопасности движения и ухудшения экологической обстановки в жилых микрорайонах, а также неэкономного расхода топливно-энергетических ресурсов при выполнении маневров, связанных с погрузкой твердых и коммунально-бытовых отходов.

Одним из способов решения отмеченных проблем является применение вакуумных систем с использованием трубопроводного пневмотранспорта. Пневматический сбор и удаление коммунальных отходов практикуется во многих зарубежных странах. Это довольно эффективный метод транспортировки и обработки коммунально-бытовых отходов. Трубопроводы можно использовать для транспортировки отходов как на малые, так и на большие расстояния. Полностью автоматизированная система сбора и удаления отходов предоставляет собой широкий потенциал технических возможностей для сбора и перемещения отходов любого типа [3].

Среди существующих проблем систем сбора отходов можно выделить следующие:

- антисанитарное состояние (особенно в тёплое время года);
- выделение вредных веществ в окружающую среду при движении мусоровозов от места сбора отходов до пункта приёма (сортировки).

Пневматические системы транспортирования отходов могут помочь решить эти проблемы, собирая отходы с помощью вакуумного воздушного потока через систему подземных трубопроводов.

Технология вакуумной транспортировки отходов появилась ещё в середине прошлого века. Основные принципы её работы представляют собой следующую технологическую схему: на поверхности в местах сбора отходов установлены приемные контейнеры. На рисунке 1 представлена узловая пневматическая система удаления отходов в жилом районе застройки.

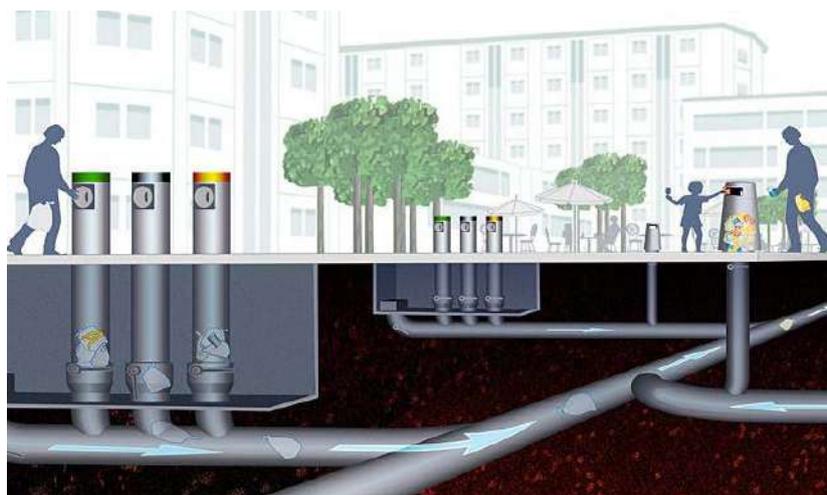


Рисунок 1– Пневматическая система удаления отходов [2]

В пункте сбора имеются 4 люка, каждый из которых отведён под определённый вид отходов: биоотходов, бумаги, картона и смешанных отходов. В них рассортированные жителями коммунальные отходы опускаются в мешках объёмом не более 30 литров. Опыт эксплуатации показывает, что лучше заполнять мешок на 2/3. Под данными контейнерами располагается сеть подземных трубопроводов, оборудованная автоматическими клапанами, с автоматизированной системой открытия. В результате определённого алгоритма работы, учитывающего время, степень наполнения и необходимость транспортировки тех и ли иных видов отходов на площадку сбора, происходит открытие клапанов, посредством чего мусор попадает в основной каналный трубопровод по которому и транспортируются отходы к местам сбора мусора. Отходы доставляются при помощи сильнейшего воздушного потока, создаваемого вакуумной установкой, к местам их сбора и дальнейшей сортировки [2] (рисунок 2).

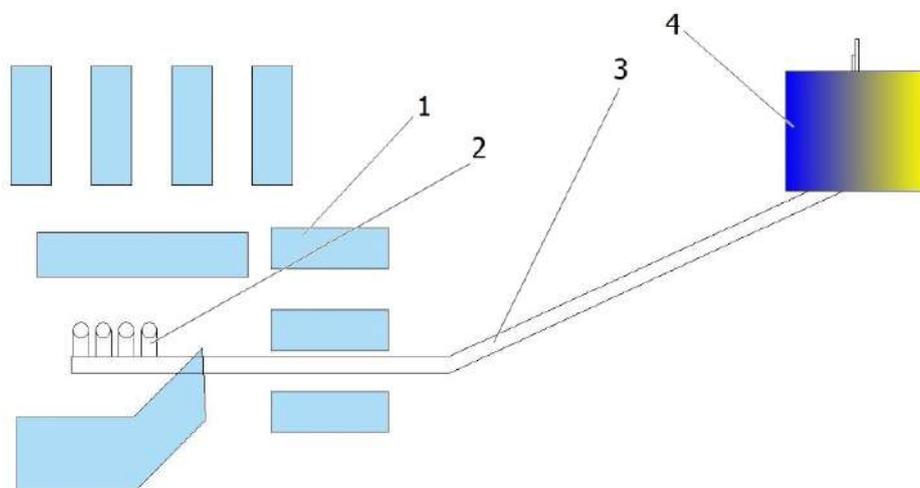


Рисунок 2– Принципиальная схема транспортировки отходов к месту их переработки:  
1 – жилой микрорайон; 2 – место сбора отходов; 3 – пневматический трубопровод; 4 – место приёма отходов

На промышленных предприятиях различных видов отходов образуется значительно больше. Например, на таких предприятиях, как ОАО «Белшина», количество видов отходов только в одном из цехов может составлять до 23 видов, которые складываются и накапливаются в отдельных контейнерах. Зачастую вывоз некоторых отходов с территории предприятия с применением мусоровоза не позволяет за одну поездку собирать только один вид отхода, поэтому зачастую ряд отходов могут сгружаться совместно, что увеличивает в дальнейшем объём работ по их сортировке.

При вакуумной транспортировке отходов возможность их смешивания или засорения в транспортирующем трубопроводе минимальны, отходы транспортируются к местам утилизации или вторичной

обработки по мере их накопления и по определенному алгоритму. В случае больших объемов образования, а также лучшего распределения времени подачи различных видов отходов можно использовать несколько трубопроводных магистралей.

На рисунке 3 представлена принципиальная схема утилизации различных видов отходов с применением трубопроводного пневмотранспорта (ТПТ) от места их сбора на предприятии к местам переработки или утилизации.

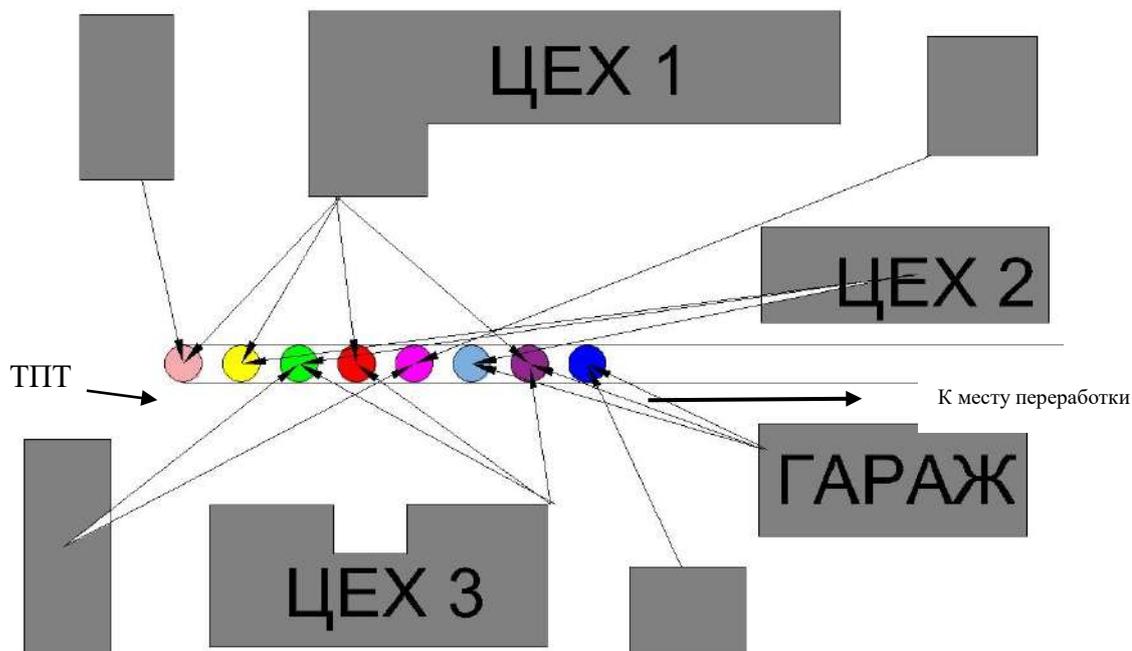


Рисунок 3 – Принципиальная схема организации сбора для транспортировки различных видов отходов промышленного предприятия

Так, объем образования отходов пластмасс составляет около 330 тыс. т в год. Отходы пластмасс характеризуются широким спектром исходных материалов, которые объединяются в следующие основные группы:

- полиолефины (полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен, сополимеры этилена и пропилена);
- ПЭТ;
- полистиролы (блочный, суспензионный, ударопрочный, сополимеры стирола);
- полиамиды (литье, кордная ткань, чулки);
- поливинилхлориды (пластикат, винипласт);
- поликарбонат;
- полиметилметакрилат (оргстекло);
- фторопласт.

В составе коммунальных отходов основной объем отходов полимеров составляют полиолефины и ПЭТ, в меньших количествах – полистиролы и поливинилхлориды, затем прочие полимеры. Учитывая их невысокий удельный вес, их транспортировка к местам сортировки и подготовки (уплотнения) для передачи на перерабатывающие производства весьма затратна.

Введение при строительстве, а также при модернизации предприятий современной технологической системы сбора и транспортировки отходов позволит сократить почти в 2 раза расстояние транспортировки отходов по сравнению с вывозом отходов автотранспортом, дополнительно снизит транспортную загрузку дорог общего пользования и обеспечит безопасность дорожного движения. Работа вакуумной установки обеспечивается электроэнергией, использование которой сегодня является приоритетной задачей. А постепенный отказ от массового использования мусоровозов при увеличении уровня использования трубопроводного способа сбора отходов также позволит сократить расходы на топливо для предприятий, что в свою очередь улучшит состояние окружающей среды городов и промышленных зон.

### Список литературы

- 1 Пульповая переработка пищевых отходов / А. М. Гонопольский [и др.]. – М. : Перо, 2016. – 126 с.
- 2 Утилизация отходов в Круунуворенранта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www. metrotai.fun.com/automatic\\_solid\\_waste\\_collection\\_system/ru/](http://www.metrotai.fun.com/automatic_solid_waste_collection_system/ru/). – Дата доступа : 03.10.2020.
- 3 Цыганков, А. П. Утилизация твёрдых отходов / А. П. Цыганков. – М. : Стройиздат, 1985. – 336 с.

УДК 662.8.053.33

## БРИКЕТИРОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СОСТАВОВ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

*А. Н. ПЕХОТА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*Б. М. ХРУСТАЛЁВ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

В рамках решения вопросов обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов учеными и исследователями многих стран проводятся изыскания и анализируется потенциал более широкого использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, в том числе и от использования производственных и сельскохозяйственных отходов, биогаза, вырабатываемого из отходов животноводства, переработки отходов деревообработки, осадков сточных вод, торфа, энергетических культур, биодизеля, биоэтанола и т. п. Сегодня наиболее распространенным источником энергии для получения твердого брикетированного топлива являются, на территории нашей республики, торф, отходы деревообработки и древесные отходы строительного и бытового потребления.

В связи с ростом населения и развитием мировой экономики, по прогнозам ООН, к 2035 году глобальное потребление энергии вырастет примерно на 50 %. Всё это свидетельствует об остроте проблем сбережения и рационального использования природных ресурсов в мире. Известно, что уже в обозримом будущем человечество может начать испытывать дефицит в природных энергетических ресурсах. С учетом темпов их наращивания обеспеченность в мире запасами органических топлив при существующих темпах ежегодного спроса на электроэнергию в цивилизованных странах 2,5–3 % в год составляет (по разным источникам): нефти – 25–48 лет; газа – 35–64 года; угля – 228–330 лет [1].

В то же время последними исследованиями установлено, что экономически оправданное использование горючих бытовых и производственных отходов как энергетического топлива позволяет компенсировать 26 % мировой энергетической потребности.

Отличительной особенностью предприятий Белорусской железной дороги является широкий перечень как специфических, так и типовых технологических отходов, связанных с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом подвижного состава и структуры обеспечения работы депо по этим направлениям. Сегодня на каждом субъекте хозяйствования железной дороги, в результате производственной деятельности образуются отходы газообразных, твердых, и жидких веществ, которые зачастую отрицательно влияют на окружающую среду. При этом их использование нередко позволяет эффективно экономить ресурсы, в первую очередь первичные, однако со стороны предприятий ресурсосберегающие технологии не всегда эффективно внедряются, и как следствие – негативно сказываются на экономике формирования себестоимости товара, продукции или услуги.

Отходы от эксплуатации железнодорожного транспорта и технической эксплуатации содержания инфраструктуры различных депо, обеспечивающих обслуживание и ремонт локомотивно-вагонного хозяйства, могут включать отходы нефтепродуктов, органических соединений, лаков и красок, загрязненные маслами и смазками ветошь и другие горючие виды отходов. К наиболее опасным как по объемам образования, так и по химическому составу относятся нефтесодержащие отходы. Их использование является одним из рациональных и эффективных методов реализации экономических и экологических целей на любом предприятии, так как при этом достигается конкретный экологический эффект, обеспечивающий экономическую составляющую.

Железнодорожный транспорт, как и большинство других отраслей, пока не в состоянии переработать все собственные отходы. Большая часть образующихся на предприятиях отрасли отходов