

**Снижение энергоемкости процессов механизации сбора и доставки твердых коммунальных отходов к месту их использования**

Бурмак И.В.

Белорусский национальный технический университет

Сбор ТКО становится все более сложным и дорогостоящим делом не только и не столько из-за растущих объемов ТКО, а из-за постоянно усугубляющейся транспортной ситуации. Если в небольшом районном центре полигон по захоронению ТКО, как правило, располагается недалеко от черты населенного пункта в течение длительного времени до полного исчерпания своего ресурса, то в Минске, областных центрах и других крупных городах Беларуси ситуация отличается существенным образом, так как полигоны ТКО находятся в десятках километров от жилых массивов. Данный факт повышает стоимость транспортировки мусора пропорционально растущему плечу доставки.

Данная проблема особенно актуальна для столицы РБ, количество жителей которой с каждым годом стремительно растет. Население Минска по данным, представленным Белстатом, на 20 февраля 2020 года, согласно итогам переписи 2019 года, составляет 2 018 281 человек. Увеличение плотности населения является следствием роста количества образуемых ТКО, что способствует ускорению процесса заполнения полигонов для их захоронения. Для решения данной проблемы необходимо сокращать объемы захораниваемых ТКО, а также минимизировать их вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 26 июня 2020 г. №373, целесообразна полная модернизация объектов захоронения ТКО и параллельное развитие мощностей по сортировке, подготовке и использованию ТКО. Для повышения экономической эффективности и качества оказания услуг необходимо перейти от районного уровня управления системой обращения с ТКО на региональный уровень с созданием крупных межрайонных объектов, обслуживаемых специализированными организация-

ми. Для всей страны может быть создано до 30 региональных объектов, включающих производства, позволяющие обеспечить комплексное использование ТКО, а также полигон для захоронения неиспользуемой части отходов.

В целях обеспечения экологически безопасного захоронения ТКО необходимо до 2022 года вывести из эксплуатации все мини-полигоны для захоронения ТКО. Закрытие существующих полигонов для захоронения ТКО должно производиться поэтапно в увязке с вводом в эксплуатацию новых региональных объектов.

Ресурс единственно функционирующего на сегодняшний день полигона «Тростенецкий» в черте г. Минска в скором времени будет исчерпан, поэтому создание нового полигона для захоронения неиспользуемой части ТКО неизбежно. Новый полигон должен быть экономически целесообразен и создаваться с применением наилучших доступных технологий, включая сбор и использование фильтрата.

Главным недостатком создаваемого полигона будет увеличение транспортной составляющей (плеча доставки), т.е. расстояния от места сбора (промежуточного складирования) ТКО до места их захоронения. Но и при функционирующем ныне «Тростенецком», плечо доставки нельзя назвать оптимальным. В качестве примера рассмотрим маршрут движения мусоровоза МБ-15 УП «Спецкоммунавтотранс» в Первомайском районе г. Минска с 7:00 до 11:00 от ул. Фрунзенской, 39а (конечный адрес объекта по сбору ТКО на маршруте) до полигона ТКО «Тростенецкий». Расстояние между данными точками равно 31 км, что превышает рекомендуемые нормы (оптимальным считается расстояние не превышающее 15 км) и способствует большим транспортным расходам (в первую очередь, это относится к горюче-смазочным материалам, заработной плате водителей и амортизации), так как мусоровоз является машиной циклического действия, для которой характерен односторонний грузопоток и, соответственно, наличие порожнего хода. Увеличение транспортных расходов непременно приведет к повышению размера платы за жилищно-коммунальные услуги для обычного гражданина.

На основании вышеизложенного можно судить о том, что существующая на сегодняшний день в Беларуси одноэтапная (прямая)

система сбора и транспортирования ТКО (рис. 1), нуждается в модернизации с целью снижения транспортных расходов.

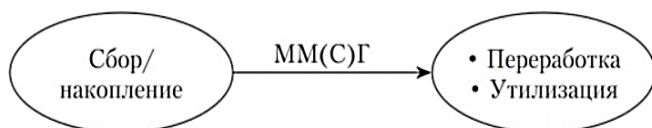


Рис. 1. Блок-схема одноэтапной системы сбора и транспортирования ТКО: ММ(С)Г – мусоровозы малой (средней) грузоподъемности (как правило, максимальная масса загружаемых отходов не превышает 15 т)

В условиях плотной городской застройки целесообразно использовать малогабаритные собирающие мусоровозы. Таким образом, парк машин, осуществляющих сбор ТКО, ограничен мусоровозами малой и средней грузоподъемности.

Учитывая то, что вместимость кузова собирающих мусоровозов невелика (в среднем около 15 м<sup>3</sup>), а транспортировать ТКО придется в недалеком будущем все дальше и дальше от города, то значительный экономический и экологический эффект может быть получен при внедрении двухэтапной системы транспортировки ТКО путем создания МПП (рис. 3) с возможностью перегрузки и одновременного прессования мусора в контейнеры объемом свыше 30 м<sup>3</sup> большегрузных транспортных автомобилей, оборудованных, например, системой «мультилифт» с крюковым захватом.



Рис. 2. Блок-схема двухэтапной системы сбора и транспортирования ТКО: ММ(С)Г – мусоровозы малой (средней) грузоподъемности; МПП – мусороперегрузочный пункт; МБГ – мусоровозы большой грузоподъемности (как правило, максимальная масса загружаемых отходов превышает 15 т)

Первый этап – это сбор ТКО от населения и доставка на МПП посредством собирающих кузовных мусоровозов. Но учитывая то, что сбор ТКО во дворах затруднен из-за стоянки личного транспорта, машина для сбора должна иметь небольшую, преимущественно двухосную, колесную базу и быть легко проезжаемой и маневрен-

ной во дворах. Мусоровозы с такими требованиями серийно выпускаются на ОАО «Минский автомобильный завод» – управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ»; они по месту расположения загрузочного устройства разделяются на мусоровозы с задней (МАЗ-4905W1-040 «Сапфир», МАЗ-4901С0-030 «Сапфир», МАЗ-4901Р2-320) и боковой (МАЗ-4907Р2-020 «Сапфир», МАЗ-5902С2-310) загрузкой мусора.

Главная задача МПП состоит в том, чтобы собрать отходы, доставленные несколькими малотоннажными мусоровозами, и перегрузить их на большегрузные трейлеры (транспортные мусоровозы). В среднем на таком трейлере размещаются отходы, доставленные 4...5 собирающими мусоровозами, а при применении автопоезда – от 5 и более.

МПП по типу используемого оборудования могут быть:

- 1) механические;
- 2) автоматические;
- 3) полуавтоматические.

Конструкция *механического* МПП самая простая и дешевая, представляющая собой площадку для сбора ТКО, на которой происходит выгрузка отходов с возможностью их предварительной сортировки; далее ТКО с помощью, например, погрузочного ковша или грейферного захвата (челюстного ковша) загружаются в пресс-компактор.

На *автоматическом* МПП контейнеры автоматически присоединяются к прессу, а при заполнении таким же образом отсоединяются, а затем перемещаются на передвижных платформах. *Полуавтоматический* МПП от автоматического отличается лишь в необходимости перемещения и стыковки контейнера с прессом при помощи оператора.

*Загрузка отходов в пресс* может осуществляться следующими способами:

- конвейерная загрузка: отходы выгружаются на площадку, после чего посредством горизонтального и подающего конвейеров перемещаются на сортировочный конвейер, где рабочий персонал отбирает 10...60 % различных отходов по категориям, после чего «хвосты» с помощью конвейера подаются в загрузочную воронку стационарного пресса, состыкованного с контейнером большой вместимости;

- загрузка с эстакады на улице или в помещении.

Последний способ является одним из самых простых с точки зрения количества используемого оборудования, рабочего персонала и занимаемой площади. Отходы выгружаются напрямую, без предварительной сортировки, из собирающих мусоровозов в загрузочную воронку стационарного пресса с эстакады. Такой МПП (рис. 3) должен комплектоваться следующим оборудованием:

- загрузочная воронка (хopper) (3);
- мусороперегрузочный стационарный пресс (6);
- площадка (платформа) (5) для размещения и перемещения (для смены) контейнеров;

накопительные контейнеры (4) большой вместимости (свыше 30 м<sup>3</sup>).

Принцип работы такого МПП заключается в том, чтобы наполненный контейнер отсоединился от пресса и на его место устанавливался пустой контейнер, готовый к процессу прессования и заполнения. Заполненный контейнер находится на площадке для последующего вывоза к месту использования большегрузным транспортным автомобилем, оборудованным системой «Мультилифт» с крюковым захватом (МАЗ-6950-С5, PALFINGER PH T20 PI).

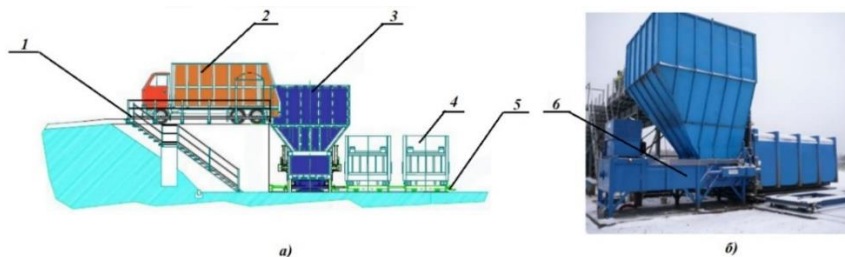


Рис. 3. Компонировочная схема МПП с загрузкой мусора с эстакады на улице:  
а) вид спереди; б) вид сбоку; 1 – эстакада; 2 – собирающий кузовной мусоровоз;  
3 – загрузочная воронка; 4 – контейнеры вместимостью свыше 30 м<sup>3</sup>;  
5 – платформа для контейнеров; 6 – стационарный пресс

Таким образом, использование МПП на пути доставки ТКО позволит:

- снизить общие расходы и энергоемкость на сбор и доставку отходов к месту их использования (региональному объекту) в несколько раз;
- уменьшить степень загрузки транспортной сети города из-за снижения общего количества мусоровозов, при этом безопасность движения станет выше;
- уменьшить расход топлива за счет использования меньшего числа машин и, соответственно, снизить количество вредных веществ, попадающих в окружающую среду вместе с выхлопными газами;
- использовать более производительную уплотнительную технику для уменьшения объемов перевозимых отходов и др.

### Литература

1. Щемелев А.М. Машины для коммунального хозяйства / А.М. Щемелев, А.В. Вавилов, В.М. Пилипенко; под ред. А.М. Щемелева. – Минск, НПООО «Стринко», 2003. 375 с.
2. Доценко А.И. Коммунальные машины и оборудование: Учебное пособие для вузов. — М.: Архитектура-С, 2005. 344 с.
3. Вавилов А.В. Сбор ТКО должен стать эффективным // Живи как хозяин. 2015. № 11. С. 84-85.
4. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе): Учебник. – ГОУВПО «МГУС» – М, 2006. 411 с.
5. Сайт Нетмус [Электронный ресурс]. – М.: ООО «Нетмус», – Режим доступа: [https://netmus.ru/press-center/articles/sistema-  
vyvoza-tverdyh-bytovyh-othodov/](https://netmus.ru/press-center/articles/sistema-vyvoza-tverdyh-bytovyh-othodov/), свободный.
6. Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь от 28 июля 2017 г. № 567 и от 26 марта 2019 г. № 194 : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26 июня 2020 г. № 373 [Электронный ресурс]. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 01.07.2020, 5/48167, – Режим доступа: [https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=  
C22000373&p1=1](https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22000373&p1=1)

7. Бурмак И. В. Механизация сбора в городах ТКО и их вывоза на переработку // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение: материалы Международной научно-технической конференции / редкол.: С.Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.]. Минск: БНТУ, 2020. С. 175-178.

8. Сайт МАЗ [Электронный ресурс]. – Мн.: ОАО «МАЗ» - управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ», – Режим доступа:

<http://maz.by/documents/catalogs/b6485763add3337cc08b47fa1f435096.pdf> , свободный.

9. Сайт Хусманн Рус [Электронный ресурс]. – М.: ООО «Хусманн Рус», – Режим доступа: [https://husmann.su/wp-content/uploads/2020/04/5\\_img-1.jpg](https://husmann.su/wp-content/uploads/2020/04/5_img-1.jpg) , свободный.