

УДК 551.583.13

д.т.н. Дрозд Г. Я.,  
Архинова Г. В.

(ИСА и ЖКХ ЛНУ им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР, drozd.g@mail.ru)

## ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ТБО И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ УТИЛИЗАЦИИ НА ЛУГАНЩИНЕ

*Приведена количественная оценка отдельных фракций твердых бытовых отходов (ТБО) на Луганщине. Проанализированы возможности их переработки в потребительскую продукцию при наличии соответствующих технологий. Обосновано, что значительную часть отходов можно использовать как вторичное сырье, реализация которого на рынке может принести региону до 1 млрд рублей в год.*

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, вторичное сырье, утилизация, ресурсосбережение, цена.

**Проблема** переработки и утилизации бытовых отходов решается во всем мире с различной степенью эффективности. В большинстве стран Европы процент утилизации бытовых отходов в среднем составляет 60 %. Лидером же является Швеция с эффективностью использования отходов в 99 % и с амбициозными намерениями закупать в соседних странах мусор на переработку [1]. На этом фоне особенно актуальна проблема обращения с отходами для современного Донбасса.

Ранее нами была акцентирована задача создания на Луганщине сектора по обращению с отходами [2]. Вторичное использование отходов – наиболее ресурсосберегающий путь, но не всегда рентабелен как в экономическом, так и в экологическом плане. Здесь существует ряд проблем.

Первая проблема заключается в том, что прежде чем мусор использовать, его необходимо рассортировать. Бумага, металл, битое стекло и прочее должны находиться отдельно.

Вторая проблема — доставка мусора к месту переработки. Если мусора и потребителей продуктов его переработки много, то и предприятий, способных перерабатывать отходы такого типа должно быть много.

Третья проблема заключается в том, что мусор – сырьё принципиально нестандартное, т. е. каждая новая партия мусора, поступившая на переработку, будет заметно отличаться от предыдущей по целому ряду параметров. Поэтому мусор невозможно использовать как сырьё для производства высококачественной продукции.

**Цель работы** — оценить количественно-видовой состав твердых бытовых отходов (ТБО), образующихся в ЛНР, и обосновать экономическую эффективность от их рационального использования.

**Результаты и обсуждение.** Исходя из данных, приведенных в [2], при населении в 1,5 млн человек в ЛНР образуется в год 800 тыс. м<sup>3</sup> или 300 тыс. т ТБО. Ориентируясь на усредненный морфологический состав ТБО в крупных городах Донбасса [2], приведем количественно-видовой состав твердых бытовых отходов (табл. 1).

Необходимо отметить, что приведенные данные приблизительны, т. к. не учтена сезонность и местные особенности образования отходов и их влажность. Тем не менее порядок величин дает возможность осуществлять оценочные действия.

Таблица 1

Усредненный годовой количественно-видовой состав твердых бытовых отходов в ЛНР

| Фракция                   | Содержание, % | Масса, т |
|---------------------------|---------------|----------|
| Пищевые отходы            | 40            | 120000   |
| Бумага                    | 6             | 18000    |
| Металл                    | 3             | 9000     |
| Полимерная упаковка, тара | 8             | 24000    |
| Текстиль                  | 3             | 9000     |
| Дерево                    | 1             | 3000     |
| Резина, кожа              | 1             | 3000     |
| Строительный мусор        | 5             | 15000    |
| Опасные отходы            | 1             | 3000     |
| Стекло                    | 7             | 21000    |
| Сор (смет)                | 25            | 75000    |

Для пищевых отходов существует классический опыт утилизации – компостирование с последующим использованием компоста в аграрном секторе. В приведенной таблице отсутствуют данные о коммунальных отходах – осадках сточных вод (ОСВ), образующихся на очистных сооружениях канализации при очистке канализационных стоков. Только в Луганске ежегодно на иловых площадках образуется более 10 тыс. т таких осадков, а суммарно по Республике – более 30 тыс. т. Повышенное содержание в осадках солей тяжелых металлов ограничивает применение их в качестве удобрений при использовании в сельском хозяйстве.

Однако совместное их вермикомпостирование с пищевыми отходами позволяет получать почвогрунты (табл. 2), пригодные для использования в садовом хозяйстве и полеводстве, со свойствами, аналогичными компостным смесям [3].

Эффект снижения опасности от действия тяжелых металлов достигается за счет разбавления (30 тыс. т ОСВ смешивается с 120 тыс. т пищевых отходов и вермикомпостируется). Вермикультура на 55 % снижает негативное действие токсикантов.

При этом получают почвогрунт с насыпной плотностью 0,6–0,8 т/м<sup>3</sup> общей массой 150 тыс. т объемом примерно 210 тыс. м<sup>3</sup>. Предприятие или ряд предприятий по производству компоста или почвогрунта желательно располагать на предприятиях водоканала. Для вычленения пищевых отходов из общей массы ТБО необходимо проводить их ручную или механизированную сортировку (табл. 3). Таким образом, реализация на рынке продукта переработки пищевых отходов в виде компоста или почвогрунта по самым скромным подсчетам составит 400 руб./м<sup>3</sup> × 210000 м<sup>3</sup> = более 80 млн рублей.

Большинство представленных в таблице 1 фракций (бумага, металл, стекло, резина, кожа, пластиковые материалы, некоторые опасные отходы) являются классическим вторичным сырьем. Оно может использоваться на специализированных предприятиях по прямому назначению как сырье, а при отсутствии таких предприятий – через посредников (приемные пункты вторсырья) организовано собираться и поставляться предприятиям на другие территории.

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица 2

Стоимость компоста, почво грунта (опт) [4]

| № п/п | Наименование                                       | Цена за 1м <sup>3</sup> , руб., самовывоз | Цена за 1м <sup>3</sup> , руб., доставка от 100 м <sup>3</sup> | Цена с доставкой за машину 20 м <sup>3</sup> , руб. |
|-------|--|---|--|---|
| 1     | Почво грунт (чернозем + компост)                   | 400                                       | 990  | 20000–22000   |
| 2     | Почво грунт «садовый» (чернозем + компост + песок) | 400                                       | 1100   | 20000–22000   |
| 3     | Чернозем (100 %)                                   | 500                                       | 1400   | 25000–28000   |
| 4     | Компост (перегной)                                 | 400                                       | 980  | 20000–22000   |

Таблица 3

Фасованная продукция [4]

| № п/п | Наименование                                      | Цена за 5 кг, самовывоз с площадки, руб. | Цена за 1 мешок (30 кг), самовывоз, руб. |
|-------|---|--|--|
| 1     | Биогумус (вермикомпост)                           | 70                                       | 250                                      |
| 2     | Почвогрунт «садовый» (чернозём + компост + песок) | 80                                       | 250                                      |

Потребность во вторсырье сформировала и цены на сырье, и определенные требования к его качеству, строго регламентируемые рынком вторичного сырья.

**Бумага.** Макулатура – очень популярный вид вторсырья. Цены на макулатуру в Украине разные и отличаются для каждого города. В основном за 1 кг макулатуры приемные пункты предлагают от 40 коп. Цена зависит и от сорта бумаги (табл. 4), которых существует довольно много. В мелких розничных пунктах приема обычно не особо уделяют внимание качеству материала и принимают обычно либо бумагу, либо картон. А вот если сдать макулатуру в Украине оптом, то тут цена зависит как от ее сорта, так и от пункта приема непосредственно.

Реализация на рынке вторичного сырья макулатуры по средней цене 1120 грн.  $\times 2 = 2240$  руб. за тонну позволит получить:  $2240 \times 18000 = 40,4$  млн руб.

**Металл.** Цена на металлолом в Украине зависит от качества материала, содержания в нем других веществ, а также от его объема. Цены на лом различаются и зависят как от самого материала (табл. 5, 6), так и от конкретного города и ценовой политики конкретного пункта. Прием металлолома оптом в Украине обходится дороже и является выгодной сделкой для обеих сторон. Реализация на рынке вторичного сырья черных металлов по средней цене 2500 грн.  $\times 2 = 5000$  руб.  $\times 4500 = 22,5$  млн руб. и цветного лома металлов по средней цене 25000 грн.  $\times 2 = 50000$  руб.  $\times 4500$  т = 225 млн руб. позволит получить:  $22,5 + 225 = 247,5$  млн руб.

**Стеклотара.** Цены на стеклотару в Украине различаются. Каждый приемный пункт также устанавливает свою ценовую политику (табл. 7). Обычно приемные пункты стеклотары принимают пивные бутылки, бутылки из-под водки и шампанского.

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица 4

Стоимость макулатуры в Украине [4, 5]

| Сорт макулатуры | За 1 кг, грн. | За 1 т, грн.    |
|-----------------|---------------|-----------------|
| МС-1А           | 0,4–1,4       | от 1100 до 2600 |
| МС-2А           |               | от 1000 до 2400 |
| МС-3А           |               | от 900 до 1400  |
| МС-4а           |               | От 900 до 1500  |
| МС-5Б           |               | от 1100 до 1600 |
| МС-6Б           |               | от 1100 до 1600 |
| МС-7Б           |               | от 1100 до 1600 |
| МС-8В           |               | от 400 до 800   |
| МС-9В           |               | от 400 до 800   |
| МС-10В          |               | от 400 до 800   |
| МС-11В          |               | от 400 до 800   |
| МС-12В          |               | от 400 до 800   |
| МС-13В          |               | от 400 до 600   |

Таблица 5

Цена черного лома в Украине, грн./т [4, 5]

| Марка лома         | Розница         | Опт             |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| 3А                 | от 2000 до 2700 | от 2200 до 2900 |
| 5А                 | от 2000 до 2700 | от 2200 до 2900 |
| 12А1               | от 2000 до 2700 | от 2200 до 2900 |
| 17А                | от 2000 до 2700 | от 2200 до 2900 |
| Оцинкованная сталь | от 750 до 950   | от 800 до 1000  |

Таблица 6

Цена цветного лома в Украине, грн./кг [4, 5]

| Марка лома             | Розница     | Опт         |
|------------------------|-------------|-------------|
| Медь                   | от 60 до 64 | от 64 до 66 |
| Бронза                 | от 36 до 40 | от 40 до 43 |
| Алюминий<br>(микс)     | от 10 до 14 | от 14 до 16 |
| Алюминий<br>(банки)    | от 6 до 9   | от 9 до 12  |
| Алюминий (эл.<br>тех.) | от 12 до 16 | от 16 до 18 |
| Нерж. сталь от<br>8 %  | от 10 до 14 | от 14 до 16 |
| Свинец                 | от 10 до 14 | от 14 до 16 |
| Магний                 | от 5 до 8   | от 8 до 10  |
| Титан                  | от 23 до 26 | от 26 до 28 |
| Латунь                 | от 36 до 40 | от 40 до 43 |
| ЦАМ                    | от 5 до 8   | от 8 до 10  |
| ТНЖ                    | от 6 до 8   | от 8 до 10  |

Таблица 7

Приемочная стоимость стеклянной тары [4, 5]

| Вид тары                   | Цены за 1 ед.                |
|----------------------------|------------------------------|
| бутылки из-под пива        | от 15 до 30 коп.             |
| бутылки из-под шампанского | от 10 до 15 коп.             |
| бутылки из-под водки       | от 10 до 25 коп. (от объема) |
| банка 0,5 л                | от 12 до 15 коп.             |
| банка 1 л                  | от 25 до 35 коп.             |
| банка 3 л                  | от 1,25 до 1,70 грн.         |
| жестяная банка             | от 5 до 10 коп.              |

Также идут в ход и жестяные банки, однако цена на них обычно меньше. Некоторые пункты принимают и банки объемом 0,5 л, 1 л и 3 л. Стеклобой принимают по цене 500 грн/т.

Реализация на рынке стеклотары и стеклобой отходов стекла по цене 500 грн.  $\times 2 = 1000$  руб.  $\times 21000 = 21$  млн руб.

**Изделия из пластмасс. Полимерная упаковка.** Пластиковые изделия (канистры, флаконы, садовая мебель, ПЭТ бутылки различного цвета, пленка высокого давления, пленка прозрачная термоусадочная, стретч-пленка, полимерные пакеты, упаковочная тара) по своему составу весьма разнообразны: полистирол, поливинилхлорид, пропилен, полиэтилен высокого, среднего и низкого давлений и прочее. В зависимости от многих параметров (вида материала, цвета, степени загрязнения и прочего) стоимость вторсырья колеблется в пределах 6–8 тыс. грн. за тонну.

Реализация на рынке вторичных ресурсов полимерных отходов по цене 7000 грн.  $\times 2 = 14000$  руб.  $\times 24000 = 336$  млн руб.

**Аккумуляторы, батарейки.** Из всего объема мирового производства батареек и аккумуляторов перерабатывается только 3 %. На мировом рынке переработка батареек и аккумуляторов — довольно ограниченный, сложный и трудоемкий, но одновременно довольно выгодный процесс, поэтому и стоимость аккумуляторных отходов от 250 \$ за тонну (табл. 8). Реализация на рынке вторичных ресурсов аккумуляторных отходов по цене 250 \$  $\times 60 =$

$= 15000$  руб.  $\times 3000 = 45$  млн руб. позволит получить 45 млн руб.

Таблица 8

Стоимость материала на тонну аккумуляторов и батарей

| Состав аккумулятора    | Стоимость материала (за тонну) |
|------------------------|--------------------------------|
| Литий-кобальт-оксидный | 25000 \$                       |
| Литий-железо-фосфатный | 400 \$                         |
| Свинцово-кислотный     | 1500 \$                        |

Завершая экономическую оценку бытового мусорного богатства Луганщины, можно констатировать, что компостирование биоразлагаемой части отходов может принести от 80 млн руб., а реализация некоторой части отходов как вторичных ресурсов дополнительно принесет еще 690 млн руб. дохода в бюджет республики. Глубокая переработка отходов и тщательная сортировка могут дополнительно повысить качество и цену сырья, что делает реальным достижение дохода в 1 млрд рублей.

#### Выводы.

1. Годовое образование твердых бытовых отходов в ЛНР объемом 300000 т при соответствующей организации может быть вовлечено в хозяйственный оборот с экономическим эффектом до 1 млрд рублей.

2. Рациональное обращение с ТБО в ЛНР позволит 70 % их массы использовать эффективно с получением доходов и только 30 % не подлежащих утилизации фракций следует захоронять на полигоне.

**Библиографический список**

1. "Безотходная" жизнь в Швеции: почему шведы закупают чужой мусор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=947922&cid=2161>.
2. Дрозд, Г. Я. Развитие сектора обращения с твердыми бытовыми отходами на Луганщине — настоятельная необходимость [Текст] / Г. Я. Дрозд // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. — Алчевск, 2017. — Вып. 48. — С. 74–88.
3. Дрозд, Г. Я. Биотехнологические вопросы утилизации осадков сточных вод [Текст] / Г. Я. Дрозд, Е. Н. Папутина, С. И. Давыдов // Вода и экология. Проблемы и решения. — Санкт-Петербург, 2014. — Вып. 2. — С. 66–78.
4. Вторичные ресурсы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vtorresurs.com.ua>.
5. У Швеции закончился собственный мусор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=947922&cid=2161>

© Дрозд Г. Я.

*Рекомендована к печати и.о. заведующего каф. СК ДонГТУ, к.т.н., доц. Псюком В. В., директором ИСА и ЖКХ ЛНУ им. В. Даля, д.т.н., проф. Андрейчуком Н. Д.*

*Статья поступила в редакцию 29.05.17.*

**д.т.н. Дрозд Г. Я., Архипова Г. В.** (БА і ЖКГ ЛНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, ЛНР, [drozd.g@mail.ru](mailto:drozd.g@mail.ru))

### **ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ТПВ І ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ НА ЛУГАНЩИНІ**

*Наведена кількісна оцінка окремих фракцій твердих побутових відходів (ТПВ) на Луганщині. Проаналізовані можливості їх переробки в споживчу продукцію за наявності відповідних технологій. Обґрунтовано, що значну частину відходів можна використовувати як вторинну сировину, реалізація якої на ринку може принести регіону до 1 млрд рублів на рік.*

**Ключові слова:** *тверді побутові відходи, вторинна сировина, утилізація, ресурсозберігання, ціна.*

### **Doctor of Tech. Sci. Drozd G. Ya., Arkhipova G. V. (V. Dahl ICEA and BCU LSU, Lugansk, LPR) MONITORING OF MUNICIPAL SOLID WASTES AND THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THEIR RECYCLING IN LUGANSCHINA**

*There has been given a quantity assessment for separate fractions of municipal solid waste (MSW) in Luganschina. There have been analyzed feasibilities for their recycling into consumer products if adequate technologies are available. It has been proved that the major part of wastes can be used as a secondary raw material with annual 1 billion rubles benefit after they are sold.*

**Key words:** *municipal solid waste, secondary raw materials, recycling, resource, saving, cost.*