

СИСТЕМЫ СБОРА И РЕЦИКЛИНГА БАТАРЕЙ И АККУМУЛЯТОРОВ ПО ЕВРОПЕЙСКОМУ ОБРАЗЦУ

В статье приведен обзор опыта по созданию и развитию систем сбора и рециклинга батарей и аккумуляторов в странах ЕС. Проанализированы укрупненные данные о годовом объеме отработанных батарей в России и опыт работы двух российских предприятий по переработке таких батарей. Приведен пример планирования создания системы сбора и рециклинга портативных батарей и аккумуляторов на заводе в Белгородской области, куда поступают отработанные батарейки из десяти близлежащих регионов.

*В. М. Московкин, д-р геогр. наук,
директор Центра развития публикационной активности,
проф. кафедры мировой экономики
Белгородского государственного национального
исследовательского университета*

ВВЕДЕНИЕ

Об актуальности темы исследования говорит тот факт, что в 2019 г. Нобелевскую премию по химии получили Джон Гуденаф, Стенли Уиттингем и Акира Ёсино за разработку литий-ионных батарей. Без них невозможен научно-технический прогресс, невозможны глобальные коммуникации. Но те вещества, из которых они состоят, представляют смертельную опасность для всего человечества. Мы не знаем, какой процент населения Земли страдает раковыми заболеваниями и умирает от диффузного загрязнения окружающей среды разлагающимися по всему миру портативными батареями (ПБ) и аккумуляторами.

Экологическую опасность батарей и аккумуляторов для здоровья человека вызывает наличие в них большого количества тяжелых металлов, а именно свинца, кадмия, марганца, никеля, цинка, ртути, а также щелочных компонентов, например солей лития.

При их сжигании происходит отравление воздуха диоксинами. Если батареи и аккумуляторы (здесь речь в большей степени идет о портативных и бытовых их типах) отправляются на свалки вместе с другими отходами или закапываются в грунт, то они подвергаются коррозии и разложению, их содержимое проникает в почву и усваивается растениями, а также попадает в грунтовые воды. После чего токсичные вещества в виде тяжелых металлов и их солей, накапливаемые в растениях и попадающие в систему водоснабжения, наносят большой вред человеку.

Нас будут интересовать в первую очередь ПБ и аккумуляторы. Они поступают на рынок, а потом становятся отработанными элементами, или просто электротехническими отходами.

За рубежом для таких отходов используется термин «waste batteries and accumulators». Там уделяется огромное внимание подсчетам того, сколько батарей и аккумуляторов в течение года поступило на рынок конкретной территории, сколько из них собрано (процент сбора обозначается как «collection rate»), сколько из собранного объема подвергается переработке (здесь используются термины «treatment» и «recycling»).

В отечественной литературе вместо последних двух терминов обычно используется термин «утилизация». Понимание большого вреда, который отработанные батареи и аккумуляторы наносят окружающей среде, привело к тому, что в мире уже давно используются разные способы такой утилизации.

При расширенном поиске в Google Scholar мы обратили внимание на очень незначительное количество отечественных публикаций, касающихся экономических аспектов сбора и утилизации отработанных ПБ

и аккумуляторов. В основном преобладают доклады молодых ученых на конференциях, студенческие работы и даже школьные сочинения. Это можно объяснить отсутствием достаточного количества эмпирических данных, а также государственной поддержки сбора и утилизации батареек.

СБОР И РЕЦИКЛИНГ БАТАРЕЙ И АККУМУЛЯТОРОВ В ЕС

Каждый год в Европе продается свыше 5 млрд батарей (данные на 2011–2012 гг.). Правовыми регуляторами их рециклинга являются Директивы 2006/66/ЕС, 2002/96/ЕС, 2012/19/EU, 2011/65/EU [1].

Деятельность государственных органов поддерживает Европейская ассоциация портативных батарей (European Portable Battery Association), дающая рекомендации участникам коллективной ответственности. В отчете этой организации приведены данные о продажах и сборе ПБ на душу населения за 2016–2018 гг. с расчетом доли собранных батарей в зависимости от их объема, поступающего на рынок продаж (collection rate) [2]. На расчетных графиках видно, что эта доля изменяется от 26 и 31 % для Румынии и Португалии соответственно, до 67 и 69 % для Швейцарии и Люксембурга соответственно [2].

В странах ЕС функционирует European Recycling Platform (ERP). На сайте этой платформы [8] можно прочесть, что она собрала 10 млн т отходов электрического и электронного оборудования (Waste of Electrical and Electronic Equipment, WEEE) и упаковки, а также свыше 40 тыс. т батарей по всему миру. Кроме того, она запустила в разных странах мира 35 программ по схеме «возьми – верни» (take-back schemes).

Исследования в 30 странах Европы показали наличие четырех основных моделей сбора ПБ:

- модель государственного фонда;
- модель единой организации;
- модель конкурирующих организаций;
- модель без организации (сборщики от фонда производителей батарей) [2].

В Швейцарии на 2012 г. насчитывалось 12 тыс. пунктов сбора ПБ с последующей переработкой на заводе Batrec Industrie AG [1]. При изучении содержания сайта этого завода (www.batrec.ch) 30 октября 2021 г. мы узнали, что батареи отнесены к опасным отходам и что нормативы их переработки строже, чем в других странах Европы. Они не могут размещаться на свалках или быть захоронены, их запрещено экспортировать в страны, в которых швейцарские стандарты не могут быть гарантированы. Швейцарская система сбора батарей (Swiss battery collection system, INOBAT) в 2020 г. собрала 75 % выпущенных на рынок батарей (collection rate). На сайте завода Batrec размещена схема рециклинга ПБ, из которой видно, что процесс состоит из четырех последовательных процессов: термическая обработка, влажная газовая обработка, сухая газовая обработка и водная обработка отходов. Основная цель процесса рециклинга состоит в возвращении на рынок 85 % металлов, содержащихся в батареях.

Оператором бельгийской системы сбора электрических и электронных приборов и устройств является предприятие Recupel. Компании, не заключившие с ним договора, должны представить региональным властям свой план рециклинга. Санкции за нарушение закона – тюремное заключение от 8 дней до 3 лет, штрафы – от 160 до 4 млн евро [1]. При просмотре сайта этой компании (www.recupel.be) 30 октября 2021 г. мы обнаружили, что на эту дату таких приборов и устройств в 2021 г. было собрано 98 035 т, что в расчете на одну семью составило 19,82 кг. В 2020 г. электрических приборов и устройств было собрано 123 840 т. Какова доля в этих отходах ПБ – не указано.



К сведению

Система сбора ПБ в Швейцарии в 2020 г. позволила собрать 75 % выпущенных на рынок батарей. Отходы батарей запрещено экспортировать.

В Бельгии при покупке ПБ потребители переводят 0,125 евро за штуку в фонд программы по их сбору после окончания срока эксплуатации [3]. На эти деньги фонд оплачивает рекламу в СМИ и сбор батарей из более чем 20 тыс. пунктов, оборудованных контейнерами, в школах и мелких магазинах.

Рассмотрим теперь два недавно опубликованных и очень важных документа: «Предложение для Регламента Европейского парламента и Совета, касающееся батарей и отработанных батарей, отменяющее Директиву 2006/66/ЕС и вводящее Директиву 2006/66/ЕС и вводят тоже батареи Регламент (ЕС) №2019/2020» (2020) [4] и «Отчет по анализу схем расширенной ответственности производителя» (2021) [5].

В «Предложении для Регламента», в «Требованиях по обработке и рециклингу» (Приложение 12), сказано, что обработка батарей должна включать в себя как минимум удаление всех жидкостей и кислот. Кроме того,

обработку и хранение батарей нужно осуществлять в местах с непроницаемой поверхностью, устойчивых к неблагоприятным погодным условиям и в подходящих контейнерах. Отработанные батареи должны быть изолированы от других отходов. Необходимо предусмотреть специальные меры предосторожности и безопасности при обработке литиевых батарей, которые нужно защитить от избыточного выделения тепла и воды, а также от любого ущерба во время ручной обработки, сортировки и хранения [4].

Согласно «Предложению для Регламента», рециклинг свинцово-кислотных и литиевых батарей в странах ЕС к 2030 г. должен составлять от среднего веса 80 и 70 % соответственно. При этом планируемые уровни извлечения основных металлов (Co, Cu, Pb) должны составить 95 %. В то же время извлечение лития из отработанных батарей вызывает большие трудности и к 2030 г. планируется на уровне 70 %.

Из «Отчета по анализу схем расширенной ответственности производителя (РОП)» мы почерпнули следующие полезные сведения [5].

Управление отработанными батареями осуществляется на основе Directive on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators (Batteries Directive 2006/66/EC). По этому документу к 2016 г. требовалось собрать 45 % батарей и аккумуляторов от их объема, выпущенного на рынок, при этом рециклингу должно было быть подвергнуто 65 % от среднего веса свинцово-кислотных батарей, 75 % от среднего веса никель-кадмиевых батарей и 50 % от среднего веса других отработанных батарей и аккумуляторов.

По данным этого отчета, в 2018 г. на рынок Европейского экономического пространства (European Economic Area, ЕЕА) было выпущено 191 тыс. т ПБ и аккумуляторов (в 2010 г. – 176 тыс. т). При этом по данным Евростата портативных отработанных батарей и аккумуляторов было собрано 88 тыс. т, или 46 %. Отмечается, что с 2010 г. сбор таких батарей увеличивается постоянно (на 6 % ежегодно) при относительно



с **2010** г.
на **6 %**

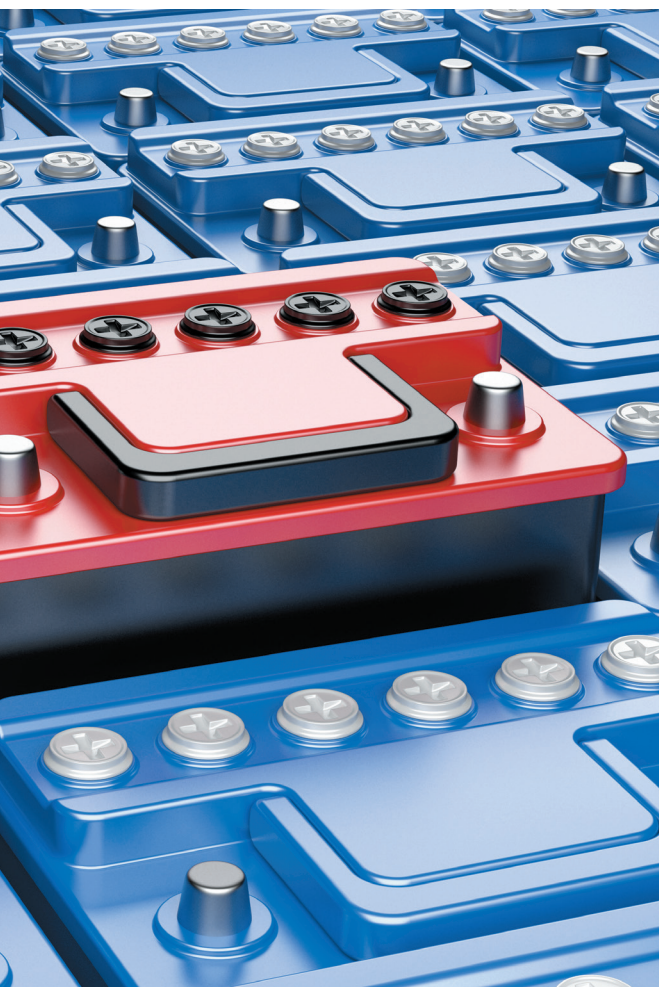
ежегодно увеличивается сбор
батарей и аккумуляторов в ЕЕА.

стабильных поставках их на рынок. В отчете рассматриваются ключевые экологические и экономические индикаторы для Великобритании и Швейцарии с различными схемами РОП (Extended Producer Responsibility, EPR) и для различных типов отходов.

Великобритания имеет конкурентную схему с прибыльными и неприбыльными PROs (Producer Responsibility Organizations), а Швейцария – монополистическую схему таких PROs, что приводит к гораздо худшим значениям экологических и экономических индикаторов.

РОП ПБ и аккумуляторов в большинстве стран ЕС управляется через множественные конкурентные схемы для PROs. Монополистические схемы существуют в шести странах ЕС.

Впервые введенная в 1990 г. в Германии, Швеции и Франции репутация РОП (EPR) как мощный инструмент для продвижения эффективных решений по управлению отходами грандиозно выросла в последующие годы и была принята в большинстве стран ЕС [5]. Отметим, что по смыслу написания термины EPR и PRO эквивалентны. Приведем одно из определений EPR: «экологический метод управления, требующий от производителей, дизайнеров, продавцов товара и лиц, его использующих, минимизи-



ровать вред, наносимый окружающей среде в течение всех стадий жизненного цикла товара» [6]. Рассмотрим теперь пример планирования размещения рассматриваемой системы сбора и рециклинга ПБ для российских условий.

ПЕРЕРАБОТКА ПОРТАТИВНЫХ БАТАРЕЙ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В России ежегодно генерируется 20 тыс. т отработанных ПБ, а перерабатывается из них 1,7 %. В настоящее время заводы по переработке ПБ функционируют в Челябинске и Ярославле. По данным руководства заводов и экспертов по проблеме, рентабельность такого предприятия достигается при объемах переработки в 2–2,5 тыс. т ПБ в год и плече перевозок не более 500 км. Помимо этих заводов планируется создать еще 7 [7]. Отметим, что 9 заводов будет достаточно, чтобы выйти на общерос-

сийский показатель отработанных ПБ в объеме 20 тыс. т в год.

Всех этих данных достаточно, чтобы рассчитать целесообразность размещения предприятия по переработке портативных батарей и аккумуляторов в каком-либо регионе России и определить пространственный ареал, с которого необходимо собирать отработанные отходы. Приведем такой расчет на примере Белгородской области. Из двух городов – Белгород и Старый Оскол – место для размещения такого завода рациональнее выбрать в Старом Осколе. Он находится на 143 км севернее Белгорода, а сам Белгород расположен на границе с Харьковской областью, то есть южнее него отсутствуют территории России для сбора отработанных батареек.

Выберем ближайшие к Белгородской области регионы России. В **табл. 1 ▶ стр. 63** по данным о численности населения рассчитаны объемы отработанных ПБ в тоннах. Рас-

четы произведены исходя из общего количества населения России (около 140 млн чел.), на которое приходится 20 тыс. т в год отработанных ПБ, что соответствует 0,143 кг на человека (0,000143 т/чел.).

По договору с Национальной экологической компанией (НЭК, Ярославль) стоимость установки одного фирменного бокса (контейнера) Duracell с четырьмя сменными накопителями вместимостью до 30 кг составляет 10 тыс. руб. (сервисный контракт). Он обслуживается ежеквартально с максимальным вывозом отработанных ПБ в объеме 50 кг. Следовательно, за год при полной ежеквартальной заполняемости накопителей компания обязуется вывозить не более 120 кг отходов в расчете на один контейнер. Тогда, разделив объем собранных за год в регионе отходов на 0,12 т, получим необходимое количество контейнеров. Учитывая стоимость сервисного контракта с установкой одного контейнера (0,01 млн руб.)

ТАБЛИЦА 1. ДАННЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ПБ В РЕГИОНАХ

Регион	Численность населения, чел.	Объем отходов, т	Количество контейнеров, шт.	Стоимость сервисных контрактов, млн руб.	Стоимость доставки и переработки отходов, млн руб.
Белгородская обл.	1 541 259	220,4	1837	18,37	19,62
Воронежская обл.	2 305 608	329,7	2742	27,42	29,34
Курская обл.	1 096 488	156,8	1307	13,07	13,96
Орловская обл.	724 686	103,6	863	8,63	9,22
Липецкая обл.	1 128 192	161,3	1344	13,44	14,36
Тамбовская обл.	994 420	142,2	1185	11,85	12,66
Брянская обл.	1 182 682	169,1	1409	14,09	15,05
Тульская обл.	1 449 115	207,2	1727	17,27	18,44
Калужская обл.	1 000 980	143,1	1193	11,93	12,74
Рязанская обл.	1 098 257	157,1	1309	13,09	13,98
Всего	12 521 687	1 790,5	14 916	149,16	159,37

ТАБЛИЦА 2. РАССТОЯНИЕ ОТ СТАРОГО ОСКОЛА ДО ИЗБРАННЫХ ГОРОДОВ

Пара городов	Расстояние между городами, км
Старый Оскол – Воронеж	124
Старый Оскол – Курск	147
Старый Оскол – Орёл	281
Старый Оскол – Липецк	244
Старый Оскол – Тамбов	347
Старый Оскол – Брянск	404
Старый Оскол – Тула	465
Старый Оскол – Калуга	490
Старый Оскол – Рязань	518

и умножая на нее количество контейнеров, получим общую их стоимость в миллионах рублей.

Приведем для примера расчеты по Белгородской области: $1\,541\,359 \text{ чел} \times 0,000143 \text{ т/чел.} = 220,4 \text{ т}$; $220,4 \text{ т} / 0,12 \text{ т/контейнер} = 1837 \text{ контейнеров}$. Умножив это число на 0,01 млн руб. / контейнер, получим 18,37 млн руб. Учитывая, что по последним данным компании НЭК стоимость переработки 1 кг ПБ, включая транспортные расходы, составляет 89 руб., получим $220,4 \text{ т} \times 0,089 \text{ млн руб./т} = 19,62 \text{ млн руб.}$ Такие расчеты в табл. 1 проделаны по всем избранным регионам.

Из этого расчета следует, что общий объем отработанных ПБ для планируемого завода в Старом Осколе близок к диапазону рентабельности такого завода (2–2,5 тыс. т в год), в случае если все отработанные ПБ будут собираться в рассматриваемых регионах. Из табл. 1 также видим, что суммарная стоимость сервисных контрактов приблизительно равна суммарной стоимости контрактов на доставку и переработку отхо-

дов. Отсюда следует, что прежде чем создавать завод по переработке отработанных ПБ, необходимо создать систему их сбора.

В табл. 2 ▶ стр. 64 приведены расстояния от административных центров рассматриваемых десяти регионов до Старого Оскола.

Как видим, все расстояния от Старого Оскола до административных центров избранных регионов, кроме Рязани, удовлетворяют условию не превышения 500 км между рассматриваемыми населенными пунктами. Так как этот дистанционный критерий не является строгим, а лишь приближенным, то можно считать, что Рязанская область вполне может войти в зону влияния гипотетического завода по переработке батареек в Старом Осколе. В заключение отметим, что целесообразность создания завода в промышленной зоне Старого Оскола целесообразна и с точки зрения нахождения там металлургических предприятий, которые были бы обеспечены поставками высококачественного сырья с большим содержанием цветных металлов. ♻️



Литература

1. Амосова А. А., Гладышев Н. Г., Ахсанов И. М. Экспериментальная оценка экологической опасности портативных батарей для гидробионтов и проблема утилизации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – №3(6). – С. 1725–1727.
2. The collection of waste portable batteries in European view of the achievability of the collection target set by Batteries Directive 2006/66/EC (Full report published first August 2013). Short Update Covering 2018 Data. – European Portable Battery Association. – 2018. – March 20. – 38 p.
3. Шабалов М. Ю. Анализ возможности государственного регулирования систем обращения с муниципальными отходами // Наука, техника и образование. – 2015. – №4(10). – С. 135–139.
4. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020, COM/2020/798 final. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0798> (дата обращения: 24.07.2022).
5. Ahlers Ju., Hemkhaus M., Hibler S., Hannak Ju. Analysis of Extended Producer Responsibility Schemes. – Berlin: Adelphi Consult GmbH, Report, June 2021. – 104 p.
6. Preliminary Analysis of E-Cycle Programs in Washington and Oregon / Proposed by Northwest Product Stewardship Council in March 2010, – URL: <http://productstewardship.net/sites/default/files/PDFs/productsElectronicsEcycleWAO RReport.pdf> (дата обращения: 24.07.2022).
7. Трубилина М. Как в России утилизируют батарейки. Объем рынка переработки аккумуляторов оценили в 40 миллиардов рублей // Российская газета. – 2019. – №260 (8018). – URL: <https://rg.ru/2019/11/18/reg-cfo/kak-v-rossii-utiliziruiut-batarejki.html> (дата обращения: 24.07.2022).
8. European Recycling Platform (ERP). – URL: <http://www.erp-recycling.org> (дата обращения: 30.10.2021).