

УДК 34.35

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПОРТАТИВНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ГИДРОБИОНТОВ И ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ

© 2013 А.А. Амосова, Н.Г. Гладышев, И.М. Ахсанов

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 02.10.2013

Приведены результаты экспериментального изучения эмиссии цинка и марганца из отработанных портативных батарей в водную среду. В качестве объектов биотестирования экологической опасности использованы рыбки *Poecilia reticulata* Peters. Рассмотрены аспекты решения проблемы рециклинга малых химических источников тока в России и за рубежом.

Ключевые слова: химические источники тока, биотестирование, рециклинг

Массовое использование химических источников тока (ХИТ), особенно портативных батарей (ПБ), создаёт проблему их утилизации. Все типы ПБ имеют общие черты: содержат тяжелые металлы и электролиты, способны загрязнять грунтовые воды, не поддаются биохимическому разложению, являются источником вторичного сырья для получения цветных металлов. Медико-экологические аспекты специфичны для разных стадий жизненного цикла ПБ – при добыче и переработке сырья, производстве батарей, на стадиях захоронения/рассеивания или утилизации. Для необорудованного полигона ТБО площадью 40 га годовой ущерб от ПБ может составить от 164 млн. руб. до 1,6 млрд. руб., а через 50 лет после закрытия полигона – от 13,2 до 130,4 млрд. руб. [1]. В общей массе ТБО вклад ПБ составляет по кадмию 52%, по ртути 88% [2]. При длительном хранении и транспортировке возможны нештатные ситуации, при которых ПБ могут попадать в водную среду, что увеличивает экологический риск. Проведенная нами экспериментальная оценка экологической опасности популярных типов ПБ (AAA, AA, D, Крона, AG13) позволила выявить высокую степень токсичности и биологической активности при их нахождении в изначально нейтральной водной среде. Исследование динамики эмиссии показало, что уже на первой неделе нахождения в водном растворе ОПБ создают опасные для живых организмов концентрации цинка и марганца.

Количественный химический анализ растворов, возникающих при нахождении батареек в водной среде, показал (рис. 1), что наибольшие концентрации цинка наблюдаются в экспериментах с батарейками типов D и AA. Причем уже на первой неделе концентрация цинка в растворе

превышала ПДК в воде водных объектов, составляющую для цинка 0,001 мг/см³ [3].

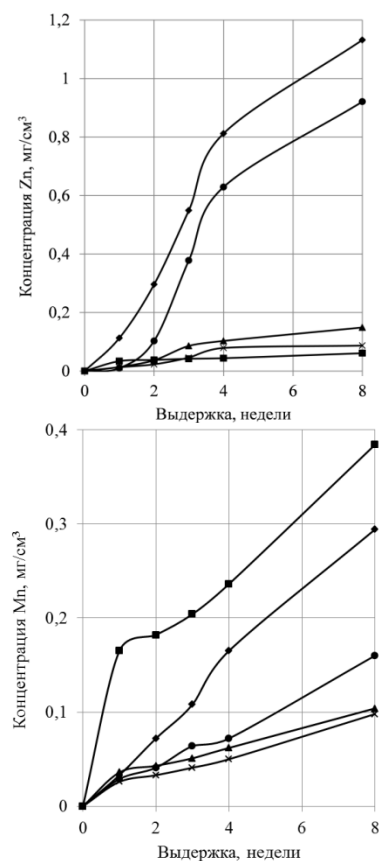


Рис. 1. Изменение концентраций Zn и Mn в водной фазе: ♦ – D; ● – AA; ▲ – AAA; ■ – Крона; × – AG13

Концентрация марганца на первой неделе эксперимента превышала ПДК, составляющую 0,0001 мг/см³ [3]. Между тем, известно, что марганец оказывает мутагенное влияние на живые организмы, вызывает поражение центральной нервной системы [5].

В работе [1] период вскрытия ПБ в условиях полигона оценивался в 6-7 недель, именно в этот период наблюдается заметный рост концентраций

Амосова Антонина Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры химической технологии и промышленной экологии. E-mail: amosovaantonina@yandex.ru

Гладышев Николай Григорьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры химической технологии и промышленной экологии. E-mail: nick.gladishev@yandex.ru

Ахсанов Ильдар Марсович, студент

марганца и цинка в растворе. В нашей работе фактором опасности принята эмиссия марганца и цинка в водный раствор в концентрациях, превышающих ПДК для водных объектов [3]. Оценка биологической активности проводилась исследованием острой токсичности и экспериментальным определением класса опасности на аквариумных рыбках Гуппи (*Poecilia reticulata* Peters) в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [5]. Выживаемость рыб достоверно снижалась с увеличением времени выдержки ПБ в водной среде. Сравнивая выживаемость в растворах с различными типами батареек, можно построить следующий ряд возрастания токсичности: AG13 < AA < AAA < D < «Крона». Полученные данные (табл. 1) совпадают с результатами изучения динамики эмиссии, показавшими, что с течением времени «Крона» выделяет большее количество марганца, батарейки типа D – большее количество цинка.

Таблица 1. Класс опасности тестируемых батареек

Класс опасности тестируемых растворов					
Выдержка, недели	Тип батареек				
	D	AA	AAA	«Крона»	AG13
1	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5
3	5	5	5	4	5
4	3	5	5	4	5
8	3	3	3	4	4

Определение класса опасности модельных растворов экспериментальным путем показало, что первые 3 недели класс опасности почти всех модельных растворов соответствовал 5. Это согласуется с полученными данными при исследовании общей токсичности, где выживаемость рыб в растворах 1, 2 и 3 недели составляет 93-100%. Растворы, представляющие собой 4 и 8 неделю выдержки батареек, проявляют разную степень токсичности, что позволило отнести их к 3, 4 и 5 классу опасности в зависимости от типа батареек. По результатам эксперимента был построен следующий ряд возрастания токсичности: AG13 < «Крона» < AA = AAA < D (3 класс опасности). Результаты исследований позволяют утверждать, что уже после 8 недель пребывания в водной среде ПБ вызывают локальное загрязнение 3, 4 и 5 класса опасности для гидробионтов. Биотестирование показало, что токсичность бытовых батарей проявляется существенно раньше, чем происходит их полная разгерметизация.

Каждый год в Европе продается свыше 5 млрд. батарей [7]. Правовыми регуляторами их рециклинга являются Директивы 2006/66/ЕС, 2002/96/ЕС, 2012/19/EU, 2011/65/EU. Деятельность государственных органов поддерживает Европейская Ассоциация портативных батарей [9], дающая рекомендации участникам коллективной ответственности. В 13 странах ЕС действует European

Recycling Platform (ERP), куда входят более 1300 компаний. Система базируется на инновационных стратегиях и новейших технологиях (state-of-the-art technology). Циферблат сайта информирует о ежесекундном количестве рециклируемых объектов [10]. Автоматическая идентификация типа ПБ позволяет расшифровывать информационную матрицу рециклинга (Recycling Information Matrix – RIM), содержащуюся в маркировке, информирует об особенностях объектов рециклинга, предопределяет технологию переработки и расчетные выходы компонентов и фракций [11]. Исследования в 30 странах Европы [6] показали наличие 4-х основных моделей сбора ПБ: 1) модель государственного фонда; 2) модель единой организации; 3) модель конкурирующих организаций; 4) модель без организаций (сборщики от фонда производителей батареек). В Швейцарии насчитывается более 12000 пунктов сбора [7] с последующей переработкой на заводе компании Batrec Industrie AG. Оператором бельгийской системы является Recupel [12]. Компании, не заключившие с ней договор, должны представить свой план рециклинга региональным властям. Санкции за нарушение закона – тюремное заключение от 8 дней до 3-х лет, штрафы от 160 € до 4 млн €. В США потребители ежегодно покупают более 3 млрд. бытовых батарей [13]. Полный менеджмент рециклинга ПБ на всей территории осуществляет Battery Solutions, Inc. [14]. Участниками сети являются общественные Агентства, розничная торговля, коммерческие фирмы, муниципалитеты [16], металлургические компании, специализирующиеся на отдельных цветных металлах и их группах. Отдельные штаты имеют собственное законодательство. Закон Калифорнии предписывает розничным продавцам батарей иметь системы сбора без затрат для потребителя [16]. В каждом так называемом «Best Buy» магазине при входе можно бесплатно оставить ПБ, сотовые телефоны и т.п. [17]. Согласно закону штата Нью-Йорк от 2010 г. [18] любое физическое лицо получает при первом нарушении штраф 50\$, при втором 100\$, для третьего или последующих 200\$. Для торговых организаций соответственно 200, 400 и 500\$, для производителей 2000, 4000 и 5000\$. В Китае Джан Бо построил империю по производству и переработке ХИТ – King Power, которая экспортирует батарейки в Японию, Германию, Америку и Сингапур. Рециклеты металлов снова идут на производство ХИТ [19]. В Украине с 2011 г. Львовское государственное предприятие «Аргентум» перерабатывает ПБ с получением цинка, никеля, лития, хлоридных и марганцевых соединений при недогруженной мощности [20]. Общий информационный ресурс «Утилизация батареек в Донецкой области» [21] содержит данные о пунктах приема ПБ независимо от инициатора открытия. В Республике Беларусь действует Государственное объединение «Белресурсы» [22].

В России общественные сайты демонстрируют высокую активность населения [24, 25], компания «Мегаполисресурс» готова перерабатывать батарейки со всей страны [23]. Утилизационные мощности относятся преимущественно к цветной

металлургии, что предопределяет географию ожидаемых потоков вторичных ресурсов, собранных на разных территориях. Российская государственная политика в данной области должна ориентироваться на страны-лидеры [2, 6], исключая использование устаревших технологий и систем рециклинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Горбунова, В.В. Минимизация воздействия отработанных химических источников тока на окружающую среду: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2010. 24 с.
2. Critical review of the literature regarding disposal of household batteries: final report, 2007. – CalRecovery, Inc. Concord, California, 2007. 184 p.
3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
4. ГОСТ 6008-90 (СТ СЭВ 497-89). Марганец металлический и марганец азотированный. Технические условия. Вед. 1990-17-12. – М.: Госстандарт СССР. 1991. 6 с.
5. СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Вед. 2003-30-06. – Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2011. 16 с.
6. The collection of waste portable batteries in Europe in view of the achievability of the collection targets set by Batteries Directive 2006/66/EC, 20 August 2013, 234 p. URL: <http://www.epbaeurope.net> (дата обращения 15.09.2013).
7. URL: <http://www.batrech.ch/en-us/> (дата обращения 3.09.2013).
8. Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC.
9. URL: <http://www.epbaeurope.net> (дата обращения 21.09.2013).
10. URL: <http://www.erp-recycling.org> (дата обращения 23.09.2013).
11. RAND Europe. 2012. Working Paper of Smart trash: Study on RFID tags and the recycling industry, Interim Report (D3). Smart 2010/0042. 255 p.
12. URL: www.recupel.be (дата обращения 3.09.2011).
13. URL: <http://www.earthtimes.org/green-blogs/ecofriendly-gadgets/us-recycle-batteries-2013-26-Sep-12/> (дата обращения 23.09.2013).
14. URL: <http://www.batteryrecycling.com> (дата обращения 23.09.2013).
15. URL: <http://www.call2recycle.org> (дата обращения 23.09.2013).
16. URL: www.calrecycle.com (дата обращения 23.09.2013).
17. URL: www.bestbuy.com (дата обращения 21.09.2013).
18. URL: http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/batterylaw.pdf (дата обращения 23.09.2013).
19. URL: <http://www.metaltorg.ru/n/993CC2?module=news&hex=993CC2> (дата обращения 23.09.2013).
20. URL: <http://www.day.kiev.ua/ru/article/panoramdnya/bolshaya-beda-ot-malenkoy-batareyki> (дата обращения 23.09.2013).
21. URL: <http://battery.dn.ua> (дата обращения 23.09.2013).
22. <http://www.belres.by> (дата обращения 23.09.2013).
23. URL: http://www.eco2eco.ru/news/2013/04/01/news_573.html (дата обращения 23.09.2013).
24. URL: <http://www.сдайбатарею.рф> (дата обращения 23.09.2013).
25. URL: <http://www.my-zozh.ru/utilizatsiya-batareek/> (дата обращения 23.09.2013).

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF PORTABLE BATTERIES ECOLOGICAL DANGER FOR AQUATIC ORGANISMS AND UTILIZATION PROBLEM

© 2013 А.А. Amosova, N.G. Gladyshev, I.M. Akhsanov

Samara State Technical University

The results of experimental studying the emission of Zn and Mn from worked portable batteries in water medium are made. As the objects of biotesting the ecological hazard were taken fishes *Poecilia reticulata* Peters. Aspects of solving the problem of recycling the electric current small chemical sources in Russia and abroad are considered.

Key words: *electric current chemical sources, biotesting, recycling*

Antonina Amosova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Chemical technology and Industrial Ecology.

E-mail: amosovaantonina@yandex.ru

Nikolay Gladyshev, Candidate of Technical Sciences, Professor at the Department of Chemical technology and Industrial Ecology.

E-mail: nick.gladyshev@yandex.ru

Ildar Akhsanov, Student