

По результатам дешифрирования космических снимков были составлены карты лесных земель и выполнена их картометрическая обработка. Анализ полученных результатов за 38-летний период (1972–2010 гг.) показал, что на территории Белорусского Полесья земли под лесной растительностью распространены неравномерно и приурочены преимущественно к плоским водоразделам. На ключевом участке, заложенном в Лунинецком р-не лесопокрытость территории в 1972 г. составляла 20,7 %, а в 2010 г. – 21,5 %, то есть увеличение площади составило 0,8 %. В Светлогорском р-не на 2-х ключевых участках залесенность территории в 1972 г. колебалась от 41,9 до 53,1 %, а в 2010 г. – от 42,4 до 54,5 %. Здесь также выявлено увеличение лесных земель от 0,5 до 0,4 %. Обратная динамика лесных земель наблюдалась на ключевом участке охватывающей частично территорию Мозырского и Лельчицкого районов, где в 1972 г. площадь лесов составляла 29,1 %, а в 2010 г. – 25,0 % – площадь лесных земель сократилась на 4,1 %. Как видно из приведенных данных, на территории, сформированной песчаными почвообразующими породами, наблюдается незначительное колебание площади лесов. В северной части Белорусского Полесья отмечен их незначительный прирост (до 1,4 %), это объясняется наличием на данной территории значительных площадей мелиорированных земель, используемых в сельскохозяйственном производстве, в то время как пахотные участки с низким плодородием автоморфных песчаных почв передаются под лесопосадки, что хорошо просматривается на космических снимках.

На ключевом участке с лессовидными почвообразующими породами (Могилевская обл.), которые обладают более высоким потенциальным плодородием, выявлены значительные различия площадей лесных земель по сравнению с Полесским регионом. Если площадь земель под лесами в 1972 г. составляла 15,5 %, то в 2010 – 7,3 %, то есть уменьшилась на 9,2 %. Кроме того, анализ статистики количества размера контуров показал, что если на космическом снимке 1972 г. было отдешифровано 60 контуров, то на снимке 2010 г. их количество составило 102. Однако значительно уменьшились их площади, если на космическом снимке 1972 г. контуров с площадью до 1 км² было 27 штук, то в 2010 г. – 80, от 1 км² до 5 км² соответственно, 25 и 11 штук, площадью более 5 км² – 8,1. Эти данные свидетельствуют о том, что увеличение количества контуров под лесом обуславливается не за счет увеличения площадей под лесопосадками, а вследствие выделения площадей отдельных участков более крупных контуров леса для хозяйственных нужд (садоводческие товарищества и т. д.). В результате проведенных исследований была установлена высокая эффективность применения материалов дистанционных съемок как для мониторинга площадей лесных земель, так и состояния лесной растительности (наличие лесопосадок, вырубок, ветровалов, подверженных болезням и вредителям).

ОТХОДЫ ЭЛЕКТРОННОГО И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАК ИСТОЧНИК СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

WASTE OF ELECTRONIC AND ELECTRICAL ENGINEERING EQUIPMENT AS A SOURCE OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS

Т. И. Кухарчик, В. Д. Чернюк
T. Kukharchyk, V. Chernyuk

*Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь
chernyuk.vladimir.m@mail.ru
Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences,
Minsk, Republic of Belarus*

Одним из основных источников поступления в окружающую среду полибромдифениловых эфиров (ПБДЭ), которые относятся к стойким органическим загрязнителям, являются отходы электронного и электротехнического оборудования (ЭЭО). ПБДЭ используются в полимерных материалах в качестве антипиренов и могут высвобождаться в окружающую среду на различных этапах жизненного цикла. Беларусь как Сторона Стокгольмской конвенции о СОЗ должна предпринять меры по экологически безопасному обращению с отходами, содержащими СОЗ. В этой связи важным является получение предварительных данных об объемах образования полимерных отходов ЭЭО.

One of the main sources of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) entering the environment, which are belong to the persistent organic pollutants, are wastes from electronic and electrical equipment (EEE). PBDEs are used in polymer materials as the flame retardants and can be released into the environment at the various stages of the life cycle. Belarus, as a Party to the Stockholm Convention on POPs, should take measures for the environmentally sound management of wastes containing POPs. In this connection, it is important to obtain preliminary data on the volume of formation of polymer waste EEE.

Ключевые слова: отходы ЭЭО, отходы пластмассы, полибромдифениловые эфиры, стойкие органические загрязнители.

Keywords: waste EEE, plastic waste, polybromobiphenyl ethers, persistent organic pollutants.

Среди большого числа токсичных веществ, содержащихся в отходах электронного и электротехнического оборудования (ЭЭО), выделяется группа соединений, которые по своим свойствам и воздействию на живые организмы подпадают под определение стойких органических загрязнителей (СОЗ). К ним относятся полибромдифениловые эфиры (ПБДЭ), которые содержатся в полимерных материалах в качестве антипиренов. На протяжении длительного времени ПБДЭ использовались для придания им негорючих свойств. Осознание опасности ПБДЭ для здоровья человека и природных экосистем привело к необходимости их регулирования [1; 2].

В настоящее время на международном уровне регулируются три группы соединений ПБДЭ: коммерческий октабромдифениловый эфир (к-октаБДЭ), коммерческий пентабромдифениловый эфир (к-пентаБДЭ) и декабромдифениловый эфир (декаБДЭ). Первые две группы соединений были включены в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ в 2009 г., их производство прекращено в середине 2000-х годов. ДекаБДЭ включен в Конвенцию в 2017 г.; он продолжает производиться и использоваться.

К-октаБДЭ использовался преимущественно при производстве акрил-бутадиен-стирольного (АБС) пластика, который предназначался, прежде всего, для мониторов и телевизоров с электронно-лучевыми трубками, корпусов оргтехники и других изделий. К-пентаБДЭ вводился в состав пенополиуретана, предназначенного для транспортного сектора (отделки салонов автомобилей, автобусов), производства мебели и других целей [2].

Особого внимания заслуживает декаБДЭ, производство которого в глобальном масштабе оценивается в 1,1-1,3 млн т; известны производители в США, Германии, Франции, Японии, Израиле, Китае и Индии. ДекаБДЭ используется при производстве полимерных изделий (АБС-пластика, ударопрочного полистирола, полипропилена, полиэтилена и др.), в меньшей степени – текстильных и других изделий. Имеется огромное количество различных компонентов ЭЭО, бытовых приборов, при производстве которых применялся или применяется декаБДЭ: корпуса, разъемы, коннекторы, платы, соединительные провода, розетки и другие, к которым предъявляются повышенные требования к пожарной безопасности. Согласно [3], в странах ЕС на долю ЭЭО приходится от 80 до 90 % пластика, содержащего декаБДЭ. Сделано предположение, что аналогичное соотношение может быть приемлемо и на глобальном масштабе. Содержание декаБДЭ в составе пластика составляет 10–15 % общего веса, достигая в некоторых случаях 20 %.

Поскольку основное количество к-декаБДЭ было использовано (используется) для производства полимерных материалов для ЭЭО, то и отходы ЭЭО в свою очередь представляют основную угрозу распространения декаБДЭ в окружающей среде. Поэтому значительные усилия в разных странах направлены на регулирование отходов электронного и электротехнического оборудования.

В Беларуси отходы ЭЭО, образующиеся на предприятиях и у населения, учитываются неполно; по сути учет ведется в отношении того оборудования, которое сдается на пункты переработки и доля которого в настоящее время не превышает 10–15 % от общего объема образования [4].

В этой связи важным представляется получение предварительной оценки объемов образования полимерных отходов ЭЭО, потенциально содержащих ПБДЭ, подлежащих регулированию в рамках Стокгольмской конвенции о СОЗ, Стороной которой является Беларусь. Для этого использована методология, рекомендованная [2], согласно которой, доля полимерных материалов в составе ЭЭО составляет: для холодильников – 33 %, стиральных машин – 20 %, телевизоров и мониторов с ЭЛТ – 30 %, ЖК телевизоров и мониторов – 24 %. На данном этапе исследований учитывались лишь указанные виды ЭЭО, для которых имеются данные Национального статистического комитета [5]. Приняты следующие средние значения срока службы ЭЭО: для холодильников – 15 лет, стиральных машин – 10, телевизоров и мониторов с ЭЛТ – 15, ЖК телевизоров – 17, ЖК мониторов – 10 лет.

На основании расчетов получено, что общая масса отходов ЭЭО по состоянию на 2016 г. оценивается в 55,2 тыс. т, в том числе масса полимерных отходов – в 14,3 тыс. т. Распределение отходов по видам оборудования выглядит следующим образом: полимеры холодильников – 6,2 тыс. т, стиральных машин – 5,1 тыс. т, телевизоров – 2,4 тыс. т, мониторов – 0,5 тыс. т. Для сравнения отметим, что по данным ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов», в 2016 г. в стране собрано всего около 4,5 тыс. т отходов ЭЭО, что существенно ниже объемов их образования.

Полученные предварительные данные будут детализированы с учетом других видов ЭЭО, а также с точки зрения оценки отходов, потенциально содержащих декаБДЭ и другие бромсодержащие антипирены. Согласно Стокгольмской конвенции о СОЗ, вторичная переработка полимерных отходов, содержащих декаБДЭ, запрещена. Поэтому потребуются меры по их выделению и удалению из потока рециркуляции, чтобы избежать повторного появления опасных веществ в новых изделиях и дальнейшего рассеяния в окружающей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. GUIDANCE on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of wastes containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Updated / UNEP // Stockholm convention, January 2017.
2. GUIDANCE for the Inventory of Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) Listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants // UNEP, UNIDO, UNITAR, 2012.

3. Literature Study – DecaBDE in waste streams. Final Report // Norwegian Environment Agency. – 2015. – 160 p.
4. Критический анализ и оценка фактических данных по образованию твердых коммунальных отходов (ТКО) и их переработке для совокупности отходов всех видов и основных типов отходов. Подготовлен в рамках проекта ЕС/ПРООН «Содействие развитию всеобъемлющей структуры международного сотрудничества в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь» № 00076991 / Д. Михалап, А. Плепис. – Минск, 2012.
5. Статистический ежегодник за 2017 год / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2017. – 506 с.

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУП «ВОЛОЖИНСКИЙ ЖИЛКОММУНХОЗ» ПО ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЮ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ANALYSIS OF ACTIVITY RUE «VOLOSTINSKY ZHILKOMMUNHOZ» ON UNDERGROUND WATER DEIRONING

Н. В. Ластовская, Е. С. Лён
N. Lastovskaya, E. Len

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
nlastovskaya67@mail.ru
Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus*

Описан метод очистки подземных вод с высоким содержанием растворенных соединений железа и марганца на станции обезжелезивания РУП «Воложинский жилкоммунхоз».

A method for the purification of groundwater with high content of iron and manganese compounds at the station the deironing RUE Volozhin housing and communal services.

Ключевые слова: гидрогеохимическая провинция, станция обезжелезивания, подземные воды, водоснабжение, система очистки.

Keywords: gidrogeohimicheskaja province, manganese station, underground water, water purification system.

Использование пресных подземных вод для питьевого водоснабжения нередко осложняется высоким содержанием в них растворенных соединений железа и марганца. В результате протекания естественных геохимических процессов за длительный геологический период на территории Беларуси, России и других стран сформировались региональные гидрогеохимические провинции с повышенным содержанием в подземных водах железа, марганца и других элементов. Употребление таких подземных вод для хозяйственно-питьевых и производственных нужд возможно только после очистки. Концентрации железа в подземных водах Беларуси составляют от 1–2 до 30 мг/дм³ и более (ПДК 0,3 мг/ дм³), а марганца — до 1–4 мг/ дм³ (ПДК 0,1 мг/ дм³).

Избыточное содержание железа и марганца в воде придает ей буроватую окраску, неприятный металлический привкус, вызывает зарастание водопроводных сетей и водоразборной арматуры за счет развития железистых и марганцевых бактерий, служит причиной брака продукции на предприятиях.

На станции обезжелезивания РУП «Воложинский жилкоммунхоз» применяется метод упрощенной аэрации и фильтрования. При использовании данного метода обезжелезивания, вода, обогащенная кислородом в результате аэрации, направляется на фильтр, реакция окисления двухвалентного железа происходит непосредственно в толще фильтрующего материала. Концентрация железа в воде, поступающей на станцию обезжелезивания, достигает 1,4 мг/дм³.

В процессе аэрации протекают реакции окисления и гидролиза. При окислении 1 мг Fe²⁺ выделяется 1,6 мг оксида углерода и на 0,043 мг-экв снижается общая щелочность воды. Метод упрощенной аэрации основан на окислении ионов Fe²⁺ в Fe³⁺ и задержании образующихся гидроксидов в толще загрузки фильтра. При этом на зернах фильтрующего слоя одновременно происходят реакции окисления и гидролиза.

Между сформировавшимися гидроксидами и зернами фильтрующего слоя образуются очень прочные постоянные связи, что увеличивает стабильность процесса фильтрования и увеличивает его независимость от гидродинамических условий. Фильтрация через загрузку в течение определенного времени приводит к образованию на поверхности зерен загрузки пленки из соединений железа, играющей роль катализатора. Образование такой пленки происходит постепенно, по мере ее образования качество фильтра улучшается. Обезжелезивание воды в загрузке, покрытой пленкой, является гетерогенным автокаталитическим процессом, в результате которого обеспечивается непрерывное обновление пленки при работе фильтра. Необходимым условием образования и дей-