



УДК 543.054;504.054

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПХБ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL EXTRACTION SYSTEM FOR THE PRE-EXTRACTION OF PCBs FROM CONTAMINATED SITES

Селенова Б.С.SatbayevUniversity, Казахстан, г. Алматы
selen.b.s@mail.ru**Сабырова С.Ж.**SatbayevUniversity, Казахстан, г. Алматы
sakonya_vip_96@mail.ru**Selenova B.S.**SatbayevUniversity, Kazakhstan, Almaty
selen.b.s@mail.ru**Sabyrova S.J.**SatbayevUniversity, Kazakhstan, Almaty
sakonya_vip_96@mail.ru

Аннотация. Полихлорбифенилы (ПХБ) – соединения, обладающие рядом уникальных физических и химических свойств: высокая диэлектрическая способность, термостойкость, инертность по отношению к кислотам и щелочам. Эти свойства определили широкое использование ПХБ в качестве диэлектриков в трансформаторах и конденсаторах, гидравлических жидкостей, теплоносителей и хладагентов, смазочных масел и др. В июне 2007 года Казахстан ратифицировал Стокгольмскую конвенцию по стойким органическим загрязнителям (СОЗ), в соответствии с которой к 2025 году в стране должно быть утилизировано и уничтожено отходы ПХБ.

Для уничтожения хлорорганических продуктов достаточно широко используется метод сжигания. Однако этот метод энерго- и ресурсозатратный, приводит к образованию полихлорированных dibenzодидоксинов и dibензофуранов.

Таким образом, анализ методик эффективного извлечения ПХБ из экологических матриц, улучшение метода экстракции и использование полученной информации для разработки промышленной технологии утилизации ПХБ и полихлорированных бензолов является актуальной задачей.

Ключевые слова: стойкие органические загрязнители, полихлорированные бифенилы, методики извлечения, экстракция, трансформаторные и конденсаторные масла.

Annotation. Polychlorinated biphenyls (PCBs) – compounds possessing a number of unique physical and chemical properties: high dielectric capacity, heat resistance, inertness in relation to acids and alkalis. These properties have determined the wide use of PCBs as dielectrics in transformers and capacitors, hydraulic fluids, coolants and coolants, lubricating oils, etc. In June 2007 Kazakhstan ratified the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs), according to which PCB waste must be disposed of and disposed of in the country by 2025.

Incineration is widely used to destroy organochlorine products. However, this method is energy and resource consuming and produces polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans.

Thus, the analysis of methods for the effective extraction of PCBs from environmental matrices, the improvement of the extraction method and the use of the information obtained for the development of industrial technology for the disposal of PCBs and polychlorinated benzene is an urgent task.

Keywords: persistent organic pollutants, polychlorinated biphenyls, extraction methods, extraction, transformer and capacitor oils.

Введение

Одной из важнейших экологических проблем, сопровождающих развитие научно-технического прогресса в последнее столетие, является нарастающее загрязнение окружающей среды чуждыми ей химическими соединениями, среди которых наиболее опасной является группа стойких органических загрязнителей (СОЗ). Впервые это понятие было предложено на Стокгольмской конференции, прошедшей в мае 2001 г. в г. Стокгольм (Швеция) под эгидой ООН и вступившей в силу 17 мая 2004 г. Вопросы производства и применения, импорта и экспорта, высвобождения побочных продуктов, а также проблемы накопления и удаления СОЗ из окружающей среды регулируются положениями Стокгольмской конвенции.

СОЗ характеризуются высокой токсичностью, длительным периодом полураспада, способностью к аккумуляции в жировых тканях животных и переносу через различные среды на большие расстояния, что и определяет их высокую опасность для окружающей среды и здоровья человека. Одними из самых распространенных среди стойких органических загрязнителей являются полихлорированные бифенилы (ПХБ). ПХБ – это семейство органических химических веществ, состоящих из двух бензольных колец, соединенных углерод-углеродной связью.

Отбор проб и подготовка образцов к анализу

Пробы почв были отобраны вокруг территории УККЗ и прилегающего жилого квартала (ЖК), а также в районе пруда-накопителя УККЗ, где были утилизированы загрязненный слой грунта с терри-



тории завода. В качестве контрольной точки были исследованы образцы почв земель сельскохозяйственного (СХ) назначения. Отбор проб почв проводили по методике [6]. Образцы донных отложений были отобраны согласно [7]. Образцы трансформаторных и конденсаторных масел были отобраны с трансформатора и конденсатора согласно ГОСТ ИЕС 60475-2014 «Жидкости изоляционные. Отбор проб» [8]. Пробы почв и донных отложений были высушены до постоянного веса, просеяны через сито (400 mesh) и упакованы. Для получения концентратов из твердых матриц провели экстракцию н-гексаном, при кипячении с несколькими порциями растворителя в аппарате Сокслета «Behr R 104S-SK» (Германия).

Результаты и обсуждения

Результаты определения степени извлечения ПХБ из образцов почв различными растворителями от времени представлены на рисунке 1. Полученные данные свидетельствуют, что оптимальным экстрагентом для полноценного извлечения ПХБ как из почв является смесь ДМСО : гексан в соотношениях 1 : 4 (табл. 1). Степень экстракции существенно зависит от времени экстракции, так во многих экстрагентах равновесие наступает только после 3,5 часа. Остальные растворители показали средний результат с показателями полноты извлечения от 71 % до 94 %.

Таблица 1 – Суммарная концентрация ПХБ в образцах почв и конденсаторном масле

Образец	Экстрагенты				
	Гексан	Бензол	ДМСО	ДМСО:гексан	
				1 : 4	1 : 2
Почва, нг/кг (Район УККЗ)	1133,2	1335,9	1256,1	1365,9	885,4
Конденсаторное масло (КМ -1), нг/мл	1034,1	1190,2	997,8	1046,1	986,1

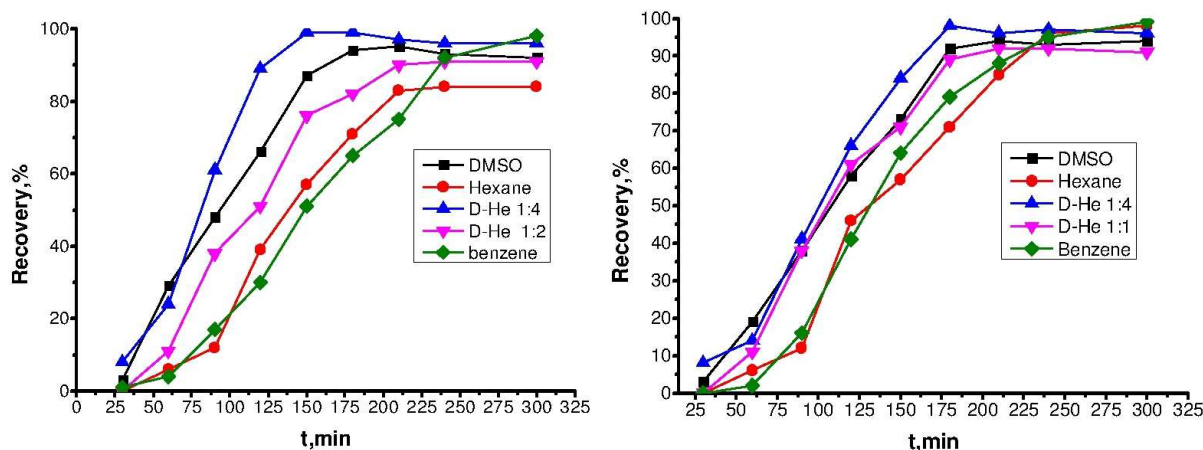


Рисунок 1 – Степень извлечения ПХБ из твердых образцов (5а) и из конденсаторного масла (5б)

Из полученных данных следует, что применяемые в экспериментальных условиях экстрагенты, не уступают классическому варианту извлечения ПХБ из почв и конденсаторных масел в аппарате Сокслета. Если учитывать, что экстракция по сокслету приводит фактически полному извлечению органических веществ из проб, в частности твердых образцов, то вполне можно надежно проводить химический мониторинг с использованием разработанных нами оптимальных экстрагентов.

Таким образом, учитывая угрозу дальнейшего распространения ПХБ в окружающей среде, а также обязательства Казахстана по Стокгольмской конвенции, в ближайшей перспективе необходимо продолжение исследований по оценке масштабов загрязнения для разработки планов действий и выбора технологий по обезвреживанию ПХБ. К числу важнейших задач относится также изучение и оценка уровня накопления ПХБ в сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на загрязненных почвах, и оценка экологического риска.

Литература:

1. Юфит С.С. Яды вокруг нас. Цикл лекций. – М. : Джеймс, 2001. – С. 47–53.
2. Занавескин Л.Н., Аверьянов В.А. Полихлорбифенилы: проблемы загрязнения окружающей среды и технологические методы обезвреживания // Успехи химии. – 1998. – № 67 (8). – С. 788–800.
3. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Опубликовано временным секретариатом Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях. – UNEP, 2001. – С. 7–11.



4. Авхименко М.М. Медицинские и экологические последствия загрязнения окружающей среды полихлорированными бифенилами // Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века. – Вып. 5. – М. : ВИНТИ, 2000. – С. 18–24.
5. Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе. – М. : Lab-Press, 2005. – С. 283–288, 475–481.
6. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб.
7. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
8. ГОСТ IEC 60475-2014 Жидкости изоляционные. Отбор проб.

References:

1. Yufit S.S. Poisons around us. A series of lectures. – М. : James, 2001. – P. 47–53.
2. Zavankin L.N., Averyanov V.A. Polychlorobiphenyls: problems of environmental pollution and technological methods of neutralization // Uspekhi chemii. – 1998. – № 67 (8). – P. 788–800.
3. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Published by the interim secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. – UNEP, 2001. – P. 7–11.
4. Avkhimenko M.M. Medical and ecological consequences of environmental pollution by polychlorinated biphenyls // Polychlorinated biphenyls. Supertox cicans of the XXI century. – Exhibit. 5. – М. : ВИНТИ, 2000. – P. 18–24.
5. Drugov Yu.S., Rodin A.A. Sample preparation in ecological analysis. – М. : Lab-Press, 2005. – P. 283–288, 475–481.
6. GOST 28168-89 Soils. Sampling.
7. GOST 17.1.5.01-80 Nature Protection. Hydrosphere. General requirements for sampling bottom sediments of water bodies for pollution analysis.
8. GOST IEC 60475-2014 Insulating fluids. Sampling.