

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Болгарская Академия наук
ООО «Научно исследовательское предприятие «Лазерные технологии»

ИННОВАТИКА-2019

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XV Международной школы-конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
25–27 апреля 2019 г.
г. Томск, Россия**

Под редакцией А.Н. Солдатов, С.Л. Минькова

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2019

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ БИСФЕНОЛА А

Е.Н. Бочарникова¹, О.Н. Чайковская¹, Х.Гomez², М.Гomez²,
М.Мурсия²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

²Университет Мурсии, Испания
bocharnikova.2010@mail.ru

ENGINEERING TREATMENT OF BISPHENOL A IN WATER
E.N. Bocharnikova¹, O.N. Tchaikovskaya¹, J. Gomez², M. Gomez²,
M. Murcia²

¹National Research Tomsk State University

²Universidad de Murcia, Spain

Bisphenol A is recognized as hazardous to the environment and has endocrine and carcinogenic micro-activity. The spectroscopic properties of BPA phototransformation in water under the action of ultraviolet radiation in a flow-through photoreactor with a KrCl (222 nm) and a Xe₂ (172 nm) excilamps were studied. The formation of two fluorescence photoproducts of BPA degradation was fixed. It is shown that the combination of KrCl/Xe₂ in the photoreactor is more effective for the removal of BPA than with the use of a KrCl excilamp.

Keywords: Bisphenol A, phototransformation, photoreactor, excilamps, fluorescence

Бисфенол А (4,4'-дигидрокси-2,2-дифенилпропан, ВРА) представляет собой химическое вещество класса фенолов. Структурная формула молекулы приведена на рис.1. ВРА признан одним из наиболее распространенных и опасных для окружающей среды микрополлютантов с эндокринной и канцерогенной активностью [1]. Несмотря на это, он имеет больше промышленное значение, являясь ключевым мономером при синтезе эпоксидных смол и поликарбонатов. Из поликарбонатного пластика производится огромный спектр потребительских товаров, например, бутылки для питьевой воды, пищевая упаковка, линзы для очков и др. Благодаря широкому применению, до сих пор продолжается накопление ВРА в окружающей среде. Это привело к повсеместному присутствию ВРА в природных водах и промышленных стоках. Зафиксировано его присутствие в питьевой воде при максимальных концентрациях выше 1 мкг/л в странах Евросоюза, США, Канаде, Китае и Японии [2].

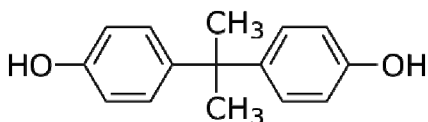


Рис. 8. Структурная формула ВРА

Дефицит пресной воды в мире в ближайшее время неизбежно примет глобальный масштаб. На сегодняшний день уже 1,2 млрд людей на Земле живут в условиях постоянного дефицита питьевой воды. Решение проблемы загрязнения водных экосистем синтетическими органическими соединениями делает актуальным для зарубежных и российских ученых разработку водосберегающих технологий. В естественной среде ВРА плохо разлагается под действием видимого света по двум основным путям: биоразложение и сенсibilизированное фотоокисление [3]. Фотосенсibilизаторы, присутствующие в окружающей среде в растворенном виде, способны поглощать видимый свет и генерировать активные оксигенированные частицы, которые вызывают деградацию ВРА. Применение дополнительного облучения водных растворов ВРА УФ светом в лабораторных условиях [3] приводит к его эффективной деградации и снижению эстрогенной активности.

Целью работы является разработка технологии очистки природных вод от Бисфенола А под действием УФ-ВУФ излучения.

Облучение водных растворов ВРА проводили в проточном фотореакторе при комнатной температуре [4]. В качестве источников излучения были выбраны КrCl (222 нм) и Хе₂ (172 нм) эсилампы (рис. 2). Эффективность деградации ВРА исследовали методами спектроскопии электронного поглощения и флуоресценции на спектрофотофлуориметре СМ2203 (ЗАО «СОЛАР», Беларусь). Контрольное время облучения составляло: 0, 4, 8, 16, 32, 64 128 минут. Скорость прокачки – 140 с. Начальная концентрация исследуемого вещества составляла 10⁻⁵ моль/л.

При облучении только КrCl эсилампой происходит образование двух фотопродуктов деградации ВРА, флуоресцирующих в области с максимума 410-420 нм (рис. 3, №1) и 430-450 нм (рис. 3, №2, табл. 1). С увеличением времени облучения от 0 до 64 мин зафиксирован рост интенсивности флуоресценции фотопродуктов ВРА. Это указывает на то, что в процессе облучения под действием излучения КrCl эсилампы происходит эффективное фоторазложение исходного токсиканта, и образуются

фотопродукты. После 64 мин облучения происходит фотодеградация продуктов фотораспада ВРА. На это указывает падение интенсивности полосы в спектрах флуоресценции (табл. 1, № 1 и 2).

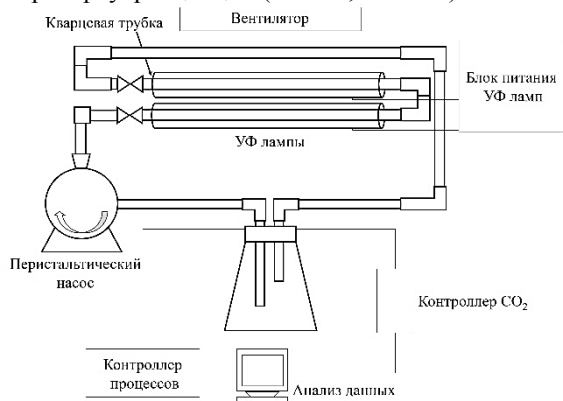


Рис. 2. Схема проточного фотореактора

При облучении до 16 мин одновременно $KrCl$ и Xe_2 эксиллампами ($KrCl/Xe_2$) в фотореакторе наблюдается также накопление двух фотопродуктов (рис. 3, №3-4). Эффективность убыли ВРА в растворе превышает в 3 раза эффективность разложения под действием только $KrCl$ эксиллампой.

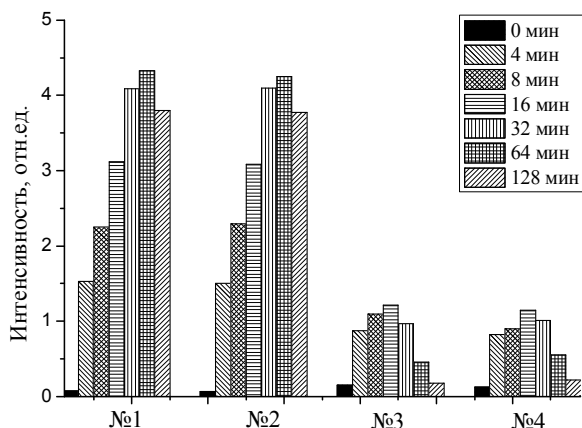


Рис. 3. Диаграмма образования фотопродуктов от времени облучения в фотореакторе под действием излучения эксилламп: $KrCl$ (№1 и №2) и $KrCl/Xe_2$ (№3 и №4)

По полученным данным можно сделать вывод о том, что при облучении раствора ВРА под действием излучения комбинации КгСl/Хе₂ в фотореакторе эффективность деградации ВРА выше, чем при использовании одной эксилампы КгСl. Таким образом, комбинация УФ-ВУФ облучения может применяться в очистительных сооружениях для очистки воды от примеси ВРА.

Таблица 1.

Интенсивности флуоресценции образующихся фотопродуктов в максимуме полос									
№	Полоса флуоресценции фотопродукта		Время облучения, мин						
	Эксилампа	Максимум полосы, нм	0	4	8	16	32	64	128
1	КгСl	$\lambda=410-420$	0,1	1,5	2,3	3,1	4,1	4,3	3,8
2		$\lambda=430-450$		1,5	2,3	3,1	4,1	4,3	3,8
3	КгСl/Хе ₂	$\lambda=410-420$		0,9	1,1	1,2	1	0,5	0,2
4		$\lambda=430-450$		0,8	0,9	1,1	1	0,6	0,2

Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № 4.6027.2017/8.9 и при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Литература

1. Tohmé M. Estrogen-related receptor γ is an in vivo receptor of Bisphenol A – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/papers/24744145> (дата обращения 20.02.2019).
2. Mohapatra D.P., Brar S.K., Tyagi R.D., Surampalli R.Y. // Chemosphere. 2010. N 78. P. 923-941.
3. Матафонова Г.Г., Воробьева Н.И. Окисление Бисфенола А в природной и сточной воде ультрафиолетовым излучением эксилампы // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2014. №57 (7). С.118-121.
4. Бойченко А.М., Ломаев М.И., Панченко А.Н. и др. Ультрафиолетовые и вакуумно-ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применения. Томск. STT, 2011. С. 512.