

УДК 502.51 (282): 504.5

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АНИОННЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ЭКОСИСТЕМ РЕКИ СОДЫШКА И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ

© 2012 С.М. Чеснокова, А.С. Злышко, О.В. Савельев, А.В. Малыгин

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Поступила в редакцию 03.05.2012

В статье рассмотрено влияние наиболее распространенных анионных СПАВ (АСПАВ) на миграцию фосфат-ионов и железа (III) из донных отложений и интенсивность процессов нитрификации в экосистемах эвтрофных водотоков.

Ключевые слова: *анионные синтетические поверхностно-активные вещества, самоочищение, эвтрофные водотоки, нитрификация*

В настоящее время синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) входят в группу наиболее распространенных и опасных загрязняющих веществ в экосистемах малых водотоков Владимирской области [1]. Они поступают в водоемы и водотоки со сточными водами предприятий коммунального хозяйства и различных отраслей промышленности, а также с ливневыми стоками с сельхозугодий и урбанизированных территорий. Обладая высокой устойчивостью к биохимическому окислению, СПАВ способны длительное время сохраняться в экосистемах водных объектов и нарушать физико-химические и биохимические процессы в них. СПАВ могут накапливаться в донных отложениях и при определенных условиях переходить из донных отложений в водную среду, что создает опасность вторичного загрязнения экосистем. Характеризуясь высокой биологической активностью и токсичностью для гидробионтов-фильтраторов, СПАВ тормозят процессы биологического самоочищения в экосистемах водных объектов [2-3]. Несмотря на многочисленные работы о влиянии СПАВ на состояние экосистем поверхностных вод, влияние этих веществ на физико-химические и биохимические процессы самоочищения изучены недостаточно.

Известно, что на процессы самоочищения эвтрофных водоемов значительное влияние оказывает внутренняя фосфорная нагрузка – поток

фосфора из донных отложений, который в некоторых случаях становится соизмеримым с внешней фосфорной нагрузкой [4]. Полагают, что главная причина увеличения внутренней фосфорной нагрузки в эвтрофных водных объектах – рост площади анаэробных отложений, с которой высвобождаются фосфаты, сорбированные соединениями железа в аэробных условиях [5]. Самоочищение эвтрофных водотоков, загрязняемых соединениями биогенных элементов, определяется также интенсивностью протекания в них процессов нитрификации [6]. Исходя из этого представляли значительный интерес оценка уровня загрязнения водотоков и изучение влияния наиболее распространенных анионных СПАВ (АСПАВ) на миграцию фосфат-ионов и железа (III) из донных отложений и интенсивность процессов нитрификации в экосистемах эвтрофных водотоков – основных факторов их самоочищения.

Объектом исследования явилась р. Содышка, протекающая по северо-западной окраине г. Владимира. Длина водотока – 22 км, площадь водосбора – 82,7 км². Река загрязняется сточными водами двух птицефабрик, канализационными стоками поселка РТС, ливневыми стоками с коллективных садов, жилого массива и промзоны Октябрьского района г. Владимира. Вследствие высокого уровня загрязнения соединениями биогенных элементов и органическим веществами природного и антропогенного происхождения водок эвтрофирован, по ИЗВ относится к 6 классу качества.

Содержание АСПАВ в экосистеме р. Содышка определяли экстракционно-фотометрическим методом с метиленовым синим по ПНДФ 14.1:2.15-95. В качестве АСПАВ использовали додецилсульфат натрия (ДДС). Концентрацию ионов

Чеснокова Светлана Михайловна, кандидат химических наук, профессор кафедры экологии. E-mail: chesnokova_sm@mail.ru

Злышко Алексей Сергеевич, аспирант. E-mail: alex_zlyvko@mail.ru

Савельев Олег Владимирович, аспирант. E-mail: olegator86@bk.ru

Малыгин Андрей Владимирович, студент. E-mail: maliginav@rambler.ru

аммония определяли фотометрически по окраске комплекса с реактивом Несслера. Все анализы проводились в аккредитованной лаборатории физико-химических методов анализа кафедры экологии Владимирского государственного университета. Обработку результатов анализа проводили с использованием программы Microsoft Office Excel 2007. Исследование влияния ДДС на физико-химические процессы проводили в модельных экспериментах в стеклянных емкостях на 11 дм³ с речной водой и донными отложениями. Содержание в воде фосфат-ионов и железа определяли через 20 дней экспонирования. Фосфат-ионы определяли фотометрически по окраске восстановленной фосфорномолибденовой кислоты, железо – фотометрически по окраске роданидного комплекса. Пространственная динамика загрязнения экосистемы р.Содышка АСПАВ представлена на рис. 1.

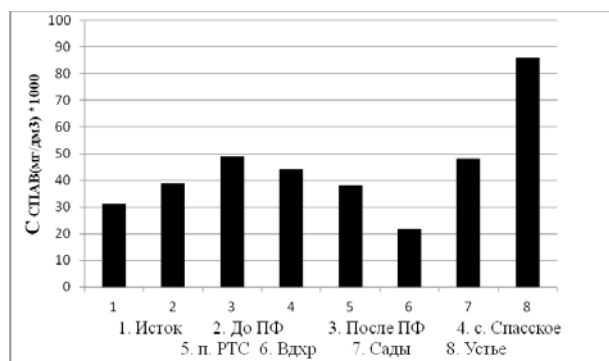


Рис 1. Уровень загрязнения АСПАВ экосистемы р. Содышка (зима 2012 г.)

В целом во всех исследованных створах экосистемы содержание АСПАВ не превышает ПДК (0,1 мг/дм³). Наименьший уровень загрязнения характерен для водохранилища, что связано с высокой степенью разбавления вод в нем. Как и следовало ожидать, высокие уровни загрязнения наблюдаются после птицефабрик и в устье реки. Исходные концентрации железа (III), фосфат-ионов и СПАВ в модельной системе «вода – донные отложения» представлены в таблице 1. На рис. 2 показана зависимость содержания железа (III) в водной фазе модельной системы «вода – донные отложения» от концентрации ДДС, введенного в систему.

Таблица 1. Исходный уровень загрязнения исследуемой системы

Компоненты системы	Концентрация	
	вода, мг/дм ³	донные отложения, мг/кг
Fe (III)	0,05	37959
PO ₄ ³⁻	0,18	1175
СПАВ	0,022	-

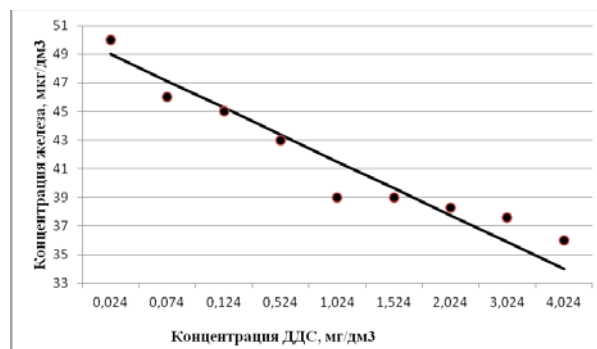


Рис. 2. Влияние додецилсульфата натрия на миграцию железа из донных отложений

Обнаружено отчетливое снижение содержания железа (III) в воде с ростом концентрации ДДС в системе. Это можно объяснить коагуляцией и седиментацией ионов железа (III), обусловленной уменьшением или даже снятием электрокинетического потенциала частиц вследствие сорбции противоположно заряженных ионов ДДС. На рис. 3 показана зависимость содержания фосфат-ионов в водной фазе модельной системы от концентрации ДДС.

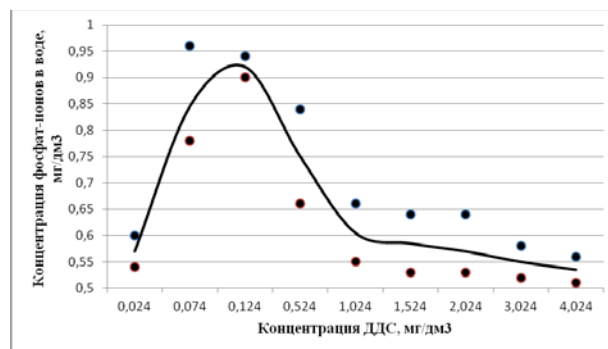


Рис. 3. Влияние додецилсульфата натрия на миграцию фосфат-ионов из донных отложений

Из рисунка видно, что в начале по мере увеличения концентрации ДДС происходит резкий рост содержания фосфат-ионов в водной фазе, затем происходит резкое и затем плавное снижение концентрации фосфатов до первоначального уровня и ниже. Таким образом, при низких концентрациях (до 0,1 мг/дм³) ДДС происходит миграция фосфатов из донных отложений в водную фазу, при дальнейшем росте концентрации ДДС (от 1 до 4 мг/дм³) начинают в системе преобладать процессы седиментации. Следовательно, при обычных уровнях загрязнения экосистем водотоков АСПАВ, происходит вынос фосфат-ионов из донных отложений и усиление процессов эвтрофикации экосистемы.

Для исследования ДДС на нитрификацию в стеклянные сосуды была внесена вода из эвтрофного водотока Содышка Владимирской области. В каждом сосуде концентрация аммонийного азота была доведена до 2 мг/дм³. В сосуды

вносились различные количества ДДС. На рис. 4 показана зависимость интенсивности процесса нитрификации от концентрации ДДС. Очевидно, что по мере возрастания концентрации ДДС происходит сначала резкое, затем плавное снижение деятельности нитрифицирующих бактерий. При концентрации 0,074 мг/дм³ интенсивность нитрификации снижается на 50%, а при концентрации 4,024 мг/дм³ практически полностью прекращается.

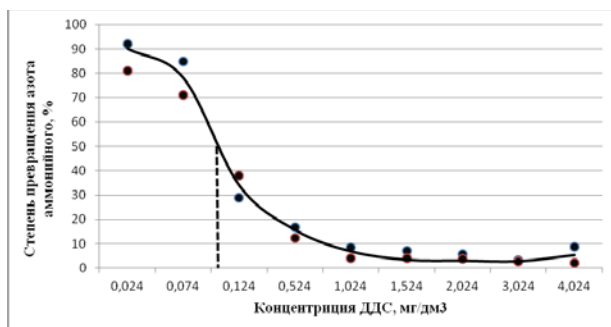


Рис. 4. Влияние додецилсульфата натрия на процессы нитрификации в воде

АСПАВ – додецилсульфат натрия при концентрациях в воде до 0,1 мг/дм³ вызывает миграцию фосфат-ионов из донных отложений и способствует усилению процессов эвтрофирования в экосистемах водотоков. При всех концентрациях додецилсульфат натрия подавляет процессы нитрификации, а при содержании более 4

мг/дм³ процессы нитрификации практически полностью прекращаются.

Вывод: загрязнение экосистем эвтрофных водотоков АСПАВ вызывает подавление физико-химических и биохимических процессов самоочищения и способствует их дальнейшей эвтрофикации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ ГК № П970 от 27 мая 2010 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2010 году. Ежегодный доклад под редакцией директора департамента природопользования и охраны окружающей среды Владимирской области А.А. Мигачева. – Владимир, 2011. 117 с.
2. *Остроумов, С.А.* Биологические эффекты поверхностно-активных веществ в связи с антропогенным воздействием на биосферу. – М.: МАКС-Пресс, 2000. 116 с.
3. *Остроумов, С.А.* Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем. – М.: МАКС-Пресс, 2005. 108 с.
4. *Мартынова, М.В.* О роли донных отложений в эвтрофировании водоемов: обмен соединениями азота и фосфора между донными отложениями и водой // Водные ресурсы. 1988. №4. С. 85-95.
5. *Kamp-Nielsen, L.* Modeling the recovery and internal loading of Lake Hald / *L. Kamp-Nielsen, P. Gevy, E.K. Rasmussen, H. Krarup* // Proc. 13th Nordic Symp. on sediments Aneboda, 1985. P. 74-107.
6. *Савельев, О.В.* Оценка допустимой антропогенной нагрузки на малые реки по их самоочищающей способности / *О.В. Савельев, С.М. Чеснокова* // Проблемы региональной экологии. 2011. №1. С. 6-11.

ESTIMATION THE LEVEL OF POLLUTION THE ECOSYSTEMS OF SODYSHKA RIVER BY ANIONIC SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES AND THEIR INFLUENCE ON PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOCHEMICAL SELF-CLEANING PROCESSES

© 2012 S.M. Chesnokova, A.S. Zlyvko, O.V. Savelyev, A.V. Malygin

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

In article the influence of most widespread anionic synthetic surface-active substances (ASSAS) on migration of phosphate ions and ferrum (III) from ground deposits and intensity of nitrification processes in eutrophic water currents ecosystems are considered.

Key words: *anionic synthetic surface-active substances, self-cleaning, eutrophic waterways, nitrification*

Svetlana Chesnokova, Candidate of Chemistry, Professor at the Ecology Department. E-mail: chesnokova_sm@mail.ru
Aleksey Zlyvko, Post-graduate Student. E-mail: alex_zlyvko@mail.ru
Oleg Savelyev, Post-graduate Student. E-mail: olegator86@bk.ru
Andrey Malygin, Student. E-mail: maliginav@rambler.ru